

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská



**Potenciál zalesňování zemědělské půdy v České republice jako ochrana proti vodní a větrné erozi**

Potential of agricultural soils afforestation in the Czech republic and its impact to soil protection against wind and water erosion

Diplomová práce

Autor: Bc. Štěpánka Matoušková

Vedoucí práce: Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

2021

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Štěpánka Matoušková

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

**Potenciál zalesňování zemědělské půdy v České republice jako ochrana proti vodní a větrné erozi.**

Název anglicky

**Potential of agricultural soils afforestation in the Czech republic and its impact to soil protection against wind and water erosion**

---

### Cíle práce

Cílem diplomové práce je posoudit potenciál zalesňování zemědělské půdy v České republice jako ochrana proti vodní a větrné erozi. Využít data z modelových lokalit VÚMOP a ČZU.

### Metodika

V práci bude zhodnoceno ohrožení zemědělské půdy v ČR vodní a větrnou erozí a budou definovány ohrožené oblasti. Pro vybrané modelové lokality bude porovnána změna půdy (vybrané půdní typy) při působení eroze půdy a porovnáno se zalesněnou zemědělskou půdou. Součástí práce bude i vyhodnocení změn půdních vlastností těchto stanovišť.

Harmonogram prací:

- 1) Literární rešerše o problematice degradací půdy, speciálně vodní erozí – říjen 2020.
- 2) Terénní odběry dat (výkop a popis půdních sond) – říjen 2020.
- 3) Zpracování publikovaných map ohroženosti půdy vodní a větrnou erozí – leden 2021.
- 4) Zhodnocení zalesněné a nezalesněné půdy z pohledu vodní eroze – březen 2021.
- 5) Dokončení práce a odevzdání – duben 2021.

**Doporučený rozsah práce**

50 stran

**Klíčová slova**

Vodní eroze, větrná eroze, zalesňování zemědělské půdy.

**Doporučené zdroje informací**

- KUPKA, I. – PODRÁZSKÝ, V. – SLÁVIK, M. *Biologické základy lesního hospodářství – Pěstování lesa*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, 2005. ISBN 80-213-1298-.
- KUPKA, I. – PODRÁZSKÝ, V. – SLÁVIK, M. *Biologické základy lesního hospodářství – pěstování lesa*. Praha: ČZU-FLE, 2005. ISBN 80-213-1298-.
- LAL, R. *Encyclopedia of soil science : volume 1*. New York: TAYLOR & FRANCIS, 2006. ISBN 0849338301.
- LAL, R. *Encyclopedia of soil science : volume 2*. New York: TAYLOR & FRANCIS, 2006. ISBN 0849338301.
- MORGAN, R P C. *Soil erosion and conservation*. Malden: Blackwell, 2005. ISBN 1-4051-1781-8.
- POLENO, Z. – VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. *Pěstování lesů. I., Ekologické základy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2011. ISBN 978-80-87154-99-1.
- SKLENIČKA, P. *Základy krajinného plánování*. Praha: Naděžda Skleničková, 2003. ISBN 80-903206-1-9.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl II./ Jan Vopravil a kol*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-08-5.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl. I*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2010. ISBN 978-80-87361-05-4.
- VOPRAVIL, J. – VOPRAVIL, J. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Příspěvek ke stanovení erodovatelnosti půdy v podmínkách České republiky [rukopis]*. Disertační práce. Praha: 2006.

**Předběžný termín obhajoby**

2020/21 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra biotechnických úprav krajiny

**Konzultant**

Ing. Tomáš Khel

Elektronicky schváleno dne 18. 5. 2020

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 11. 2020

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2021

### **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Potenciál zalesňování zemědělské půdy v České republice jako ochrana proti vodní a větrné erozi vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jana Vopravila, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Ve Zbraslavi dne 20. 4. 2021

Bc. Štěpánka Matoušková

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Janu Vopravilovi, Ph.D. za spolupráci, vedení a motivaci. Za poskytnutí podkladů a dat dále děkuji Ministerstvu zemědělství České republiky a Výzkumnému ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Děkuji všem svým nejbližším za podporu v celé době studia a za trpělivost během zpracování mé práce. Neméně děkuji všem svým přátelům za zpříjemnění doby, v níž práce vznikala.

## **Abstrakt:**

Cílem předkládané práce je zdůvodnit vhodnost zalesňování zemědělské půdy jako ochranného opatření proti erozi a popsat metodiku, jak vytypovat vhodné oblasti.

Rešerše dostupných informací o vlivu zalesňování na kvalitu půdy a zvýšení erozní odolnosti je v první části práce a jednoznačně potvrzuje, že zalesnění mění půdní vlastnosti, které pozitivně ovlivňují její odolnost vůči vodní a větrné erozi.

V rešerši jsem se věnovala i právnímu rámci pro zalesňování a možnostem využití dotačních programů pro tento přístup k ochraně před erozními vlivy.

Experimentální potvrzení dopadů zalesnění zemědělské půdy na její složení a vlastnosti jsem popisovala ve své bakalářské práci. Experiment byl prováděn na lokalitě „U lomu“ a potvrdil závěry rešerše.

Ve druhé části práce jsem popsala metodiku vytvoření mapového podkladu, který definuje oblasti, které jsou ve velkém riziku půdní eroze a jsou vhodné pro zalesnění.

Popsaná metodika využívá existujících dostupných vrstev GIS.

Výstupem je mapový podklad zobrazující místa ČR ohrožená erozí, kde by bylo vhodné použít zalesnění jako vhodné opatření.

V závěru práce pak shrnuji hlavní výhody zalesnění v ochraně proti erozi (ekonomika, ekologie, stabilita).

**Klíčová slova:** zalesňování, eroze, zemědělské půdy, půdní vlastnosti

## **Summary:**

This work aims to justify the suitability of afforestation of agricultural land as a protective measure mitigating soil erosion and presenting the methodology for selecting suitable areas.

The first section of this work presents an analysis of available information on the impact of afforestation. It is focusing on soil quality and an increase in erosion resistance. It clearly confirms that afforestation changes the soil structure in ways that have a positive effect on soil parameters, which contribute to resistance to water and wind erosion.

The literature review focuses on the legal framework of afforestation and the possibilities of using subsidy programmes for afforestation as a measure protecting against the impacts of soil erosion.

The experimental confirmation of the impacts of afforestation of agricultural land of its composition and properties are described in my bachelor thesis. The research was carried out in the territory called "U lomů", and it confirms the conclusions of the literature review.

The second section of this work describes a methodology for creating output in the form of the base map layer that defines areas that are at high risk of soil erosion and are suitable for afforestation.

In this work described methodology uses existing available GIS layer.

The output is a map showing places in the Czech Republic at risk of erosion, where it would be appropriate to use afforestation as a suitable preventative measure.

As conclusions, the key advantages of applying afforestation in protection against soil erosion (economy, ecology, stability) are summarised.

Keywords: afforestation, erosion, agricultural soils, soil properties

## Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>13</b>
<b>2. CÍL PRÁCE</b> .....	<b>14</b>
<b>3. LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>15</b>
3.1. PŮDA A JEJÍ VLASTNOSTI .....	15
3.2. DEGRADACE PŮDY.....	33
3.3. VODNÍ EROZE.....	35
3.4. VĚTRNÁ EROZE .....	37
3.5. OCHRANA PROTI VODNÍ A VĚTRNÉ EROZI .....	38
3.6. ZALESŇOVÁNÍ ZEMĚDĚLSKÉHO PŮDNÍHO FONDU (ZPF).....	39
3.7. PRÁVNÍ RÁMEC V DOTAČNÍ PODPOŘE ZALESNĚNÍ ZPF, DOTAČNÍ PROGRAMY .....	40
<b>4. DATA A METODIKA</b> .....	<b>44</b>
4.1. VODNÍ EROZE V MAPÁCH .....	44
4.2. VĚTRNÁ EROZE V MAPÁCH.....	52
4.3. VRSTVA EROZNÍ OHROŽENOSTI PŮD ČESKÉ REPUBLIKY VODNÍ EROZÍ .....	53
4.4. VRSTVA VHODNÉHO ZALESNĚNÍ ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY .....	54
4.5. VYMEZENÍ VRSTVY ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD OHROŽENÝCH EROZÍ VHODNÝCH K ZALESNĚNÍ A VYHODNOCENÍ	59
4.6. TERÉNNÍ OVĚŘENÍ .....	59
<b>5. VÝSLEDKY</b> .....	<b>60</b>
5.1. MAPA ZEMĚDĚLSKÝCH PŮD OHROŽENÝCH EROZÍ VHODNÝCH K ZALESNĚNÍ .....	60
5.2. VYHODNOCENÍ OHROŽENÝCH OBLASTÍ DLE DZES .....	62
5.3. TERÉNNÍ OVĚŘENÍ BPEJ .....	74
5.3.1. <i>Lokalita Březí u Šebestěnic</i> .....	74
5.3.2. <i>Lokalita Březí u Šebestěnic</i> .....	76
5.3.3. <i>Lokalita Nebovidy</i> .....	78
5.3.4. <i>Lokalita Dobrovítov</i> .....	80
5.3.5. <i>Lokalita Vrbka u Ledče nad Sázavou</i> .....	82
<b>6. DISKUZE</b> .....	<b>84</b>
<b>7. ZÁVĚR</b> .....	<b>87</b>
<b>8. ZDROJE</b> .....	<b>88</b>
8.1. POUŽITÁ LITERATURA .....	88
8.2. ZDROJE NA INTERNETU .....	95
<b>9. SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>97</b>



## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Průměrné hodnoty objemové hmotnosti pro jednotlivé druhy půdy. Výsledky hodnocení programu bazálního monitoringu půd (Kňákal, 2000, zdroj: publikace Nauka o půdě)	18
Tabulka 2 - Průměrné hodnoty objemové hmotnosti pro jednotlivé druhy půdy. Výsledky hodnocení programu bazálního monitoringu půd (Kňákal, 2000, zdroj: publikace Nauka o půdě)	19
Tabulka 3 - Nováková klasifikace půdního druhu (zdroj: publikace Nauka o půdě)	20
Tabulka 4 - Podrobné rozdělení skeletu podle ČSN 72 1001 (zdroj: publikace Nauka o půdě)	21
Tabulka 5 - Průměrné hodnoty pórovitosti zemědělských půd, stanovené na plochách bazálního monitoringu zemědělských půd (Kňákal, 2000, zdroj: publikace Nauka o půdě)	25
Tabulka 6 - Hodnocení strukturního stavu humusového horizontu podle pórovitosti (Kutílek, 1966, zdroj: publikace Nauka o půdě)	26
Tabulka 7 - Rozdělení půdních pórů podle velikosti a jejich typické zastoupení (% obj.) v základních skupinách podle půdního druhu (upraveno podle Rowell, 1994; in Šimek, 2003 zdroj: publikace Nauka o půdě)	27
Tabulka 8 - Kritéria pro hodnocení aktivní a výměnné půdní reakce lesních půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)	29
Tabulka 9 - Kritéria pro hodnocení výměnné půdní reakce zemědělských půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)	29
Tabulka 10 - Kritéria pro hodnocení hodnot celkové sorpční kapacity (T) zemědělských půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)	31
Tabulka 11 - Kritéria pro hodnocení nasycenosti sorpčního obsahu bazickými kationty (V) zemědělských půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)	31
Tabulka 12 - Kritéria pro hodnocení celkové sorpční kapacity (T) lesních půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)	32
Tabulka 13 - Kritéria pro hodnocení obsahu bazických kationtů (S) lesních půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)	32
Tabulka 14 - Kritéria pro hodnocení nasycenosti sorpčního obsahu bazickými kationty (V) lesních půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)	32
Tabulka 15 - Tabulka č. 1 NV část A – jednotlivé druhy lesních dřevin, příslušné cílové hospodářské soubory a minimální počet jejich jedinců na 1 ha při zalesňování (zdroj: Metodika k provádění nařízení vlády č. 185/2015 Sb. platná pro rok 2020)	42
Tabulka 16 - Tabulka č. 1 NV část B (zdroj: Metodika k provádění nařízení vlády č. 185/2015 Sb. platná pro rok 2020)	43
Tabulka 17 - Hodnoty potenciální ohroženosti půdy (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)	47
Tabulka 18 - Kategorie svahů podle LS faktoru (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)	48
Tabulka 19 - Přípustná ztráta půdy Gp erozí podle hloubky půdy (zdroj: Janeček et al., 2012; Novotný et al, 2017)	49
Tabulka 20 - Kategorie erozní ohroženosti dle DZES 5 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)	51
Tabulka 21 - Kategorie ohroženosti (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)	53
Tabulka 22 - Datové podklady pro vymezení vrstvy zemědělských půd vhodných k zalesnění (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)	55
Tabulka 23 - Výměra zemědělských půd vhodných k zalesnění [ha]	63
Tabulka 24 - Podíl půdy vhodné k zalesnění k výměře zemědělské půdy [%]	64
Tabulka 25 - Výměra zemědělské půdy vhodné k zalesnění k výměře zemědělské půdy podle okresů [ha]	69
Tabulka 26 - Podíl půdy vhodné k zalesnění k výměře zemědělské půdy podle okresů [%]	72

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Rozhodovací schéma k určení typu půdní struktury (Zdroj: <a href="https://cs.wikipedia.org/wiki/Struktura_p%C5%AFdy#/media/Soubor:Obr%C3%A1zek_1.JPG">https://cs.wikipedia.org/wiki/Struktura_p%C5%AFdy#/media/Soubor:Obr%C3%A1zek_1.JPG</a> ) ..	24
Obrázek 2 - Primární faktory podmiňující vznik eroze půdy (Zhang et al., 1996) .....	45
Obrázek 3 - Vliv faktorů USLE (Janeček et al., 2007).....	46
Obrázek 4 - Statistické vyhodnocení potenciální ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí v roce 2019 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.) .....	49
Obrázek 5 - Statistické vyhodnocení potenciální ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí v roce 2019 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.) .....	50
Obrázek 6 - Statistické vyhodnocení potenciální ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí v roce 2019 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.) .....	51
Obrázek 7 - Statistické vyhodnocení potenciální ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí v roce 2019 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.) .....	52
Obrázek 8 - Statistické vyhodnocení potenciální ohroženosti zemědělské půdy větrnou erozí v roce 2019 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.) .....	53
Obrázek 9 - Kategorie ohroženosti půd vodní erozí dle DZES 5 (zdroj VÚMOP, v.v.i).....	54
Obrázek 10 - Vymezení zemědělských půd vhodných k zalesnění (Beitlerová et al.,2015).....	58
Obrázek 11 - Vymezení zemědělských půd vhodných k zalesnění ohrožených erozí .....	61
Obrázek 12 - Podílové vyjádření stupňů ohroženosti na plochách vhodných k zalesnění .....	62
Obrázek 13 - Potenciální erozní ohroženost daného území vodní erozí .....	74
Obrázek 14 - Platný standard DZES-5 MZe.....	74
Obrázek 15 - Sonda S1 .....	75
Obrázek 16 - Stanoviště odběru půdních vzorků .....	75
Obrázek 17 - Potenciální erozní ohroženost daného území vodní erozí .....	76
Obrázek 18 - Platný standard DZES-5 MZe.....	76
Obrázek 19 - Sonda S2 .....	77
Obrázek 20 - Stanoviště odběru půdních vzorků .....	77
Obrázek 21 - Potenciální erozní ohroženost daného území vodní erozí .....	78
Obrázek 22 - Platný standard DZES-5 MZe.....	78
Obrázek 23 - Sonda S3 .....	79
Obrázek 24 - Stanoviště odběru půdních vzorků .....	79
Obrázek 25 - Potenciální erozní ohroženost daného území vodní erozí .....	80
Obrázek 26 - Stanoviště odběru půdních vzorků .....	80
Obrázek 27 - Sonda S4 .....	81
Obrázek 28 - Platný standard DZES-5 MZe.....	81
Obrázek 29 - Potenciální erozní ohroženost daného území vodní erozí .....	82
Obrázek 30 - Stanoviště odběru půdních vzorků .....	82
Obrázek 31 - Sonda S5 .....	83
Obrázek 32 - Stanoviště odběru půdních vzorků .....	83

## Seznam grafů

Graf 1 - Erozní ohrožení zemědělských půd vhodných k zalesnění.....	63
Graf 2 - Výměra půd vhodných k zalesnění podle erozního ohrožení vztažená k celkové výměře zemědělských půd .....	64
Graf 3 - Podíl výměry erozně ohrožených zemědělských půd vhodných k zalesnění .....	65
Graf 4 - Erozní ohrožení zemědělských půd vhodných k zalesnění.....	70
Graf 5 - Podíl výměry erozně ohrožených zemědělských půd vhodných k zalesnění k celkové výměře zemědělských půd .....	73

## Seznam použitých zkratek

<b>ArcGis</b>	Geografický informační systém
<b>BPEJ</b>	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
<b>ČHMÚ</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>ČR</b>	Česká republika
<b>ČSAL</b>	Český spolek pro agrolesnictví
<b>ČSOP</b>	Český svaz ochránců přírody
<b>ČÚZK</b>	Český úřad zeměměřičský a katastrální
<b>ČZÚ</b>	Česká zemědělská univerzita v Praze
<b>DMT</b>	Digitální model terénu
<b>DPB</b>	Díly půdních bloků
<b>DZES</b>	Dobrý zemědělský a enviromentální stav
<b>EU</b>	Evropská unie
<b>GAEC</b>	Good Agricultural and Enviromental Condition (DZES)
<b>GIS</b>	Geografický informační systém
<b>HPJ</b>	Hlavní půdní jednotka
<b>LPIS</b>	Geografický informační systém, který je tvořen primárně evidencí využití zemědělské půdy
<b>MEO</b>	Mírně erozně ohrožená
<b>MZE</b>	Ministerstvo zemědělství
<b>MZCHÚ</b>	Maloplošná zvláště chráněná území
<b>MŽP</b>	Ministerstvo životního prostředí
<b>NEO</b>	Neohrožená erozí
<b>OPŽP</b>	Operační program životního prostředí
<b>PB</b>	Půdní blok
<b>pH</b>	Kyselost nevodných roztoků
<b>Pma</b>	Póry meziagregátové
<b>POPFK</b>	Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny
<b>PPK</b>	Program péče o krajinu
<b>PRV</b>	Program rozvoje venkova

<b>Pva</b>	Póry agregátové
<b>SEO</b>	Silně erozně ohrožená plocha
<b>SLT</b>	Soubor lesních typů
<b>SOWAC GIS</b>	Geoportál zaměřený na ochranu půdy, vody a krajiny provozovaný VÚMOP, v.v.i.
<b>SPÚ</b>	Státní pozemkový úřad
<b>SZIF</b>	Státní zemědělský intervenční fond
<b>SZP</b>	Společná zemědělská politika
<b>USLE</b>	Univerzální rovnice ztráty půdy
<b>VÚMOP</b>	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, veřejná výzkumná instituce
<b>ZAGABED</b>	Základní báze geografických dat České republiky
<b>ZPD</b>	Zemědělský půdní fond
<b>ZZP</b>	Zalesňování zemědělské půdy

# 1. ÚVOD

*"Půda je nádherný přírodní útvar, útvar plný života. Přírodní útvar, který nás živí, útvar chránící vodu, kterou pijeme."*

*(Klement Rejšek)*

Půda je neobyčejným přírodním zdrojem a odjakživa je vnímána jako důležitá a nezbytná přírodní složka. Je-li řádně obhospodařována, má v přírodních ekosystémech z pohledu zemědělství i lesnictví vlastnosti trvale udržitelného přírodního zdroje. Avšak díky postupné degradaci a ztrátě půdy se tento zdroj neustále snižuje. Jako složitý otevřený systém je však půda blízce spojena s okolním prostředím, které je lidskou činností dotčeno, a to jak pozitivně (kulturní krajina) tak negativně.

Závažným ohrožením je větrná a vodní eroze zemědělské půdy. K její minimalizaci je možné použít různé postupy od agrotechnických postupů, změnu výsadby až po zalesnění zemědělských ploch. Stát se stará o motivaci k vhodným postupům jak na úrovni legislativy, tak vyhlášením různých dotačních pobídek požadovaného chování.

Motivace státu by měla být založena na aktuálních vědeckých poznatcích v dané problematice a měla by být maximálně objektivizována. V práci se tedy zabývám shrnutím informací o typech půd vhodných k zalesňování a metodikou, jak specifikovat vhodné lokality pro zalesnění s využitím dostupných dat a jejich zpracováním prostředky GIS. Výstupem jsou mapové podklady s návrhem vhodných lokalit pro zalesnění.

## **2. CÍL PRÁCE**

Cílem této diplomové práce bylo popsat erozní ohrožení zemědělské půdy České republiky a vymezit zemědělské půdy vhodné k zalesnění, které jsou ohrožené vodní erozí. Při stanovení cílů se uvažovalo o jejich možném využití v nové dotační politice MZe, nebo v rámci aplikovaného výzkumu.

### 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3.1. Půda a její vlastnosti

**Půda** patří mezi nejdůležitější suroviny, které se na naší planetě vyskytují. Tvoří zvláštní, spletitý svět, který leží na rozmezí zemských sfér, tvoří jakýsi obal Země (Bouma, 2010; Dominati et al., 2014) a patří mezi nejdůležitější suroviny, které se na naší planetě nalézají. Není pochyb, že je nesmírně pozoruhodným, vzácným a důležitým přírodním materiálem a bezesporu nejcennějším přírodním bohatstvím. Její existence je jednou z primárních podmínek veškerého pozemského života (Blanco a Lal, 2008) a ačkoliv svým rozměrem tvoří půda téměř nepostřehnutelnou vrstvičku na naší planetě, má zásadní vliv na vše živé a její význam je nedožrnný. Profesor Sklenička (2003) popisuje půdu jako živý systém se specifickým zvrstvením, morfologií a určitou produkční schopností. Pedologie, věda zabývající se půdou znamená studium složitých, vzájemně mezi sebou provázaných procesů, které se týkají chemických, fyzikálních a biologických složek půdy (Shainberg, 2000, Kabelka, 2020)).

V zemědělství je půda tradičně považována za základní výrobní prostředek (Morgan, 2009) nezbytný pro růst rostlin i utváření prostředí pro růst zemědělských plodin (Larson a Perce, 1991). Disponuje však i celou řadou dalších podstatných funkcí, jako je např. čištění vodních toků, zdroj biologické různorodosti fauny a flóry. Svou roli sehraává i jako důležitý prostředek v ochraně životního prostředí před celou škálou znečišťujících látek a současně slouží jako pevné místo, na němž spočívá většina infrastruktury vybudované lidmi (Wilson, 2019).

Podle Vopravila a kol. (2011) je půda odjakživa považována za nenahraditelný přírodní zdroj a vzácný prostředek nutný k zajištění celé řady lidských potřeb. Disponuje obsáhlým souborem enviromentálních funkcí zajišťujících stabilitu globálních ekosystémů. Tyto funkce jsou základní podmínkou pro život na zemi, neboť rozhodují o vývoji a stavu krajiny i o uspokojování potřeb lidské společnosti. Vedle produkčních funkcí, existují i funkce mimoprodukční (ekologické). Jejich přehled je podrobně uveden v knize *Půda a její hodnocení v ČR – Díl I.* (Vopravil et al., 2010). V knize jsou popsány tyto mimoprodukční funkce:



**Filtrační funkce půdy** – umožňuje přirozené vsakování vody do půdního prostředí a propustnost půdy procházející skrze toto prostředí. Voda má v tomto prostředí schopnost obohatit se o látky, které jsou v půdě obsažené a v opačném případě je může voda díky své pufrací schopnosti neutralizovat (kyselé srážky). Filtrační funkce půdy tak významným způsobem ovlivňuje jakost pitné vody, dotaci, ale i složení a kvalitu podzemních vod a pramenů včetně vodních toků a nádrží (Kabelka, 2020).

**Retenční/akumulační funkce půdy** – je chápána jako schopnost zadržení vody nejen v půdě, ale i celé řady dalších látek. Mohou to být rostlinné živiny v organické hmotě nebo v minerálních sorpčním komplexu, znečišťující látky atd. Tomuto jevu předchází proces infiltrace. Retenční potenciál půdy je obrovský a v celostátním měřítku řádově převyšuje objem vody v nádržích a vodních tocích (Kutílek, 1978, Kabelka, 2020).

**Pufrací schopnost půdy** – tlumí projevy různých sil některých půdních reakcí, jako je například acidifikace nebo okyselení půdy, může však tlumit i rychlé teplotní změny. Při výrazném poklesu půdní reakce vyvolané zvenčí ztrácí půda svou pufrací schopnost a dochází k nevratným změnám.

**Transformační funkce půdy** – umožňuje proces rozkladu, mineralizace a syntézy nových látek (zabezpečuje přeměnu látek během jejich cyklu). Dojde-li k narušení této funkce, může dojít k znečištění půdy a vody nebo k problémům s výživou rostlin. Na transformační funkci navazuje asanační funkce (Kabelka, 2020).

**Asanační funkce** – je jednou z transformačních funkcí. Obsahuje procesy rozkladu a mineralizace živočišných organismů a těl (včetně lidských). Právě na asanační funkci jsou kladeny požadavky při výběru lokalit pro zřízení hřbitovů.

**Transportní funkce půdy** – zajišťuje přesun látek v půdním prostředí a vzájemný přenos látek mezi hydrosférou, atmosférou a pedosférou. Ve vazbě na reliéf a klima probíhá migrace látek v půdě vertikálně i paralelně s povrchem půdy (smyvem po povrchu i vnitro půdními toky). Nejčastějším transportním médiem je voda, látky však mohou migrovat i v pevné nebo plynné formě.

**Funkce půdy jako genové rezervy a prostředí pro živočichy** – půda je důležitým životním prostorem a základem života všech organismů a jejich přítomnost je důležitá pro dosažení optimálních podmínek. Tato funkce není doposud zcela prozkoumaná. Je zapotřebí nadále pokračovat ve výzkumu půdních organismů a mikroorganismů, aby bylo možné ji kvalitně vyhodnotit (Matoušková, 2019).

Veškeré produkční i mimoprodukční funkce půdy jsou v úzkých vzájemných vztazích a jsou ohrožené degradačními procesy. Dojde-li k narušení těchto vztahů, nemůže půda plnit své funkce. V gramu půdy se může nacházet až jedna miliarda bakteriálních buněk z deseti tisíců druhů (Fierer, 2017). Konkrétně stav půdní bioty je považován ze nejcitlivější ukazatel kvality půdy, a to díky vysoké citlivosti na změny podmínek prostředí (Bastida et al., 2008; Bone et al. 2010).

Podle Pankhursta a kol. (1997) se **kvalita půdy** zaměřuje na schopnost půdy splnit specifické potřeby člověka, kdežto zdraví půdy se více zaměřuje na pokračující schopnost půdy usnadňovat růst rostlin a udržování svých funkcí. Karlen a kol. (1997) definují kvalitu půdy jako *„schopnost určité půdy fungovat v rámci svých kapacit a v rámci přírodních nebo řízených hranic ekosystému, udržovat produktivitu rostlin a zvířat, udržovat nebo zlepšovat kvalitu vody a ovzduší a podporovat lidské zdraví a bydlení“*.

**Úrodnost půdy** definuje Svoboda (1984) jako *„její schopnost zajišťovat život vyšších zelených rostlin, které mohou využít energii slunečního záření“*. Téměř identickou definici uvádějí i Ledvina a kol. (1992). White (1997) považuje úrodnost půdy za důležitý faktor ovlivňující produktivitu. Z hlediska ekonomického produktivitu definuje jako komplexní vlastnost půdy vyjádřitelnou výnosem.

Základní půdní vlastnosti ovlivňující zemědělskou produkci lze rozdělit na fyzikální, chemické, technické a biologické. Dojde-li k jejich kombinaci, je zajištěno vhodné prostředí pro růst rostlin a lze tak definovat míru úrodnosti půd. Nejčastěji se sledují vlastnosti chemické, tedy půdní reakce, stav sorpčního komplexu a zásoba živin v půdě. Dalším důležitým ukazatelem je také obsah humusu v půdě.

Pod pojmem **fyzikální vlastnosti půdy** se rozumějí vztahy mezi disperzní fází a disperzním prostředím a fyzikální vlastnosti půd. Rejšek a Vácha (2018) ve své knize popisují, že k základním fyzikálním vlastnostem půdy patří barva, konzistence, zrnitost, pórovitost a struktura. Z pohledu rostlin jsou nejdůležitější tyto fyzikální vlastnosti:

- zrnitost (celkový obsah skeletu, zrnitostní frakce jemnozemí, fyzikální jíl),
- mechanické vlastnosti (měrná hmotnost, redukováná objemová hmotnost, objemová hmotnost a následně počítané procento pórovitosti),
- hydrofyzikální vlastnosti (maximální kapilární vodní kapacita, objemová hmotnost, hmotnostní vlhkost, relativní vlhkost a relativní nasycenost pórů),
- vzdušný režim (minimální vzdušná kapacita a následně počítané procento provzdušenosti).

**Měrná hmotnost půdy** (specifická hustota) – představuje hmotnost 1 m<sup>3</sup> pevné fáze půdy bez pórů, tj. pokud pevné částice dokonale vyplňují daný prostor v tunách (t.m<sup>-3</sup>) nebo v gramech (g.cm<sup>-3</sup>). Definujeme ji také jako poměrné číslo, které udává, kolikrát je konkrétní množství zeminy vysušené při 105<sup>0</sup> C těžší než stejný objem vody při 4<sup>0</sup> C. Měrná hmotnost půdy závisí zejména na mineralogickém složení a obsahu organické hmoty (Sáňka a Materna, 2004). Nejpočetněji zastoupeným nerostem v minerálním podílu je u většiny půd křemen. Průměrná měrná hmotnost půdy je proto blízká jeho měrné hmotnosti, (2,65 g.cm<sup>-3</sup>) a je potřebná k výpočtu půdní pórovitosti (Prax et al., 1995).

Měrná hmotnost (g.cm <sup>3</sup> )	Horizont
<2,0	rašelinné horizonty
2,0-2,4	zrašelinělé horizonty
2,4-2,5	silně humózní horizonty
2,5-2,6	povrchové humózní horizonty
2,6-2,7	hlinité horizonty s humusem kolem 1 %
2,7-2,8	Železem obohacené iluviální horizonty, a to při obsahu látek 2-5 %

*Tabulka 1 - Průměrné hodnoty objemové hmotnosti pro jednotlivé druhy půdy. Výsledky hodnocení programu bazálního monitoringu půd (Křákal, 2000, zdroj: publikace Nauka o půdě)*

**Objemová hmotnost půdy** – je důležitá půdní vlastnost, která ovlivňuje celý soubor fyzikálních podmínek v půdě, které jsou podstatné pro správný vývoj kořenové soustavy rostlin. Udává hmotnost 1 m<sup>3</sup> v jeho přirozeném uložení, a to buď v tunách (t.m<sup>-3</sup>) nebo v gramech (g. C m<sup>-3</sup>), včetně momentálního obsahu vody a vzduchu. Objemová hmotnost je závislá na půdních vlastnostech a je významným parametrem pro hodnocení míry zhutnění a pedokompakce (Larišová, Dumbrovský, 2012). Sanetrník a Toman (1996) uvádějí, že objemová hmotnost zeminy je hmotností jednotkového objemu zeminy i s póry, jež mohou být zcela, anebo jen částečně vodou, popřípadě vzduchem. Ve vazbě na to rozeznávají objemovou, redukovanou hmotnost v přirozeném uložení, tzv. trojfázový systém, dále objemovou hmotnost nasycené zeminy, tzv. dvojfázový systém a objemovou hmotnost suché zeminy, tzv. jednofázový systém. Je možné konstatovat, že objemová hmotnost je ovlivněna nakypřením půdy. Čím je její hodnota nižší, tím více je půda nakypřená a naopak. Tato půdní vlastnost do značné míry určuje kyprost nebo ulehlost půdy, proto je používána jako jedno z kritérií utužení půdy. Důležitá je pro výpočet pórovitosti a používá se i při přepočtu obsahu různých látek v půdě z hmotnostního na objemové vyjádření (Ledvina a Horáček, 1997; Hůla, Procházková et al, 2002).

Horizont	P	Půdní druh						Celkem
		hp	ph	h	jh	jv	j	
pórovitost v %								
Ornice	-	1,40	1,34	1,40	1,45	1,17	1,30	1,39
Podorničí	1,53	1,52	1,52	1,51	1,46	1,39	1,26	1,50
Spodina	1,57	1,55	1,54	1,49	1,54	1,51	1,31	1,50

*Tabulka 2 - Průměrné hodnoty objemové hmotnosti pro jednotlivé druhy půdy. Výsledky hodnocení programu bazálního monitoringu půd (Kňákal, 2000, zdroj: publikace Nauka o půdě)*

**Půdní zrnitost** – udává velikost a poměrné zastoupení jednotlivých půdních frakcí vyjádřených ve hmotnostních procentech a řadí se k nejstarším půdním charakteristikám. Zrnitostní složení půdy významně ovlivňuje fyzikální vlastnosti půdy, ale také vodní a vzdušné poměry půdy (Ledvina et al., 2000). Jandák et al.

(2007) uvádí, že význam zrnitosti jako analytické charakteristiky a morfologického znaku plyne z jejího vlivu na většinu půdních vlastností. Ovlivňuje poměr kapilárních a nekapilárních pórů, poměr vzduchu a vody v půdě, adhezi i kohezi a také fyzikálně chemické, chemické a biochemické procesy v půdách.

Podle různých klasifikací je hodnoceno zastoupení jednotlivých frakcí (zrnitostních tříd). V České republice se doposud nejčastěji používá jednoduchá, praktická Nováková klasifikace půdní zrnitosti, a to jak pro zemědělské, tak lesní půdy viz. tabulka 3. Přesnější klasifikace je uvedena v Taxonomickém klasifikačním systému půd ČR (Němeček et al., 2011).

Procento „jílnatých“ částic <0,01mm	Půdní druh		
0-10	písčitá	P	lehké
10-20	hlinitopísčitá	Hp	
20-30	písčitohlinitá	Ph	střední
30-45	hlinitá	H	
45-60	jílovitohlinitá	Jh	těžké
60-75	jílovitá	Jv	
>75	Jíl	J	

Tabulka 3 - Nováková klasifikace půdního druhu (zdroj: publikace *Nauka o půdě*)

Pro velkou část lesních půd má značný význam příměs hrubších částic. Skelet následně znatelně ovlivňuje úrodnost půdy a půdotvorné procesy. V horských oblastech lze narazit na půdy, které jsou tvořené pouze skeletem a organickým horizontem. Tato stanoviště jsou velmi citlivá na zásahy do lesních porostů a vegetačního krytu (Rejšek a Vácha, 2018). Podrobné rozdělení skeletu (dle ČSN 72 1001) je uvedeno v tabulce 4.

Název	drobný štěrk	střední štěrk	hrubý štěrk	kameny	balvany
velikost částic v mm	2-8	8-32	32-128	128-256	nad 256

Tabulka 4 - Podrobné rozdělení skeletu podle ČSN 72 1001 (zdroj: publikace *Nauka o půdě*)

**Barva půdy** – je významnou charakteristikou při popisu půdního profilu s vazbou na individuální diagnostické horizonty. Barva matečného substrátu může mít vliv na zbarvení celého půdního profilu a mnohdy bývá takřka nemožné rozpoznat jednotlivé půdní horizonty. Např. tmavohnědé, šedé až černavé odstíny potvrzují obsahu jílu a větší množství humusu (Šimek, 2003).

Barva půdy závisí na obsahu organické hmoty a obsahu půdních složek jako je jíl, uhličitán vápenatý, sloučeniny železa a vlhkosti. Vlhké půdy bývají tmavší, světlé půdy jsou naopak obvykle světlejší (Bican, 1961). Výrazné zesvětlení horizontů až jejich vybělení značí různý stupeň vyluhování. Horizonty s výrazným tmavším zbarvením v různých odstínech tmavě okrové nebo hnědé barvy, přecházející až do rezivé lze nalézt u půd obohacených sloučeninami železa. Mramorování a skvrnitost jsou typické pro sezónní převlhčení půdního profilu. Nápadně šedavé, namodralé nebo zelenavé horizonty bývají typické pro trvale převlhčené půdy podzemní vodou (Šimek, 2003). Žluté zbarvení půd naznačuje přítomnost goethitu, bílá barva indikuje výskyt dolomitu, kalcitu, sádrovce či soli, červená hematit nebo lepidokrokit, černá barva přítomnost sulfidu železitého, pyritu anebo humusu (Shukla, 2002). Označování barev jako takové je samozřejmě subjektivní. S ohledem na tuto subjektivitu se pro označování barev půdních horizontů v současnosti běžně používají atlasy půdních barev. Každá barva půdy je pak charakterizována pomocí číselného kódu na třech úrovních – odstín, jasnost a sytost. Současně platí, že i když je barva nejnápadnější fyzikální vlastnost půdního horizontu, je současně i vlastností reverzní, zvrtnou a proměnlivou.

U lesních půd se obvykle v tenké povrchové vrstvě vytváří tmavý až černý humusový horizont s výrazným hromaděním humusu. Směrem do hloubky se

postupně obsah humusu snižuje, což ovlivňuje právě i zbarvení půdy. Profily lesních půd jsou barevně variabilnější než u zemědělských půd.

**Struktura** – je z fyzikálního hlediska klíčová půdní vlastnost pro hospodaření s půdou. Je dána stmeláním elementárních půdních částic ve strukturní elementy, tzv. agregáty prostřednictvím jílové substance, sloučenin železa, organických látek atd. Půdní strukturou je tedy vyjádřeno prostorové uspořádání jednotlivých půdních částic nepravidelných tvarů anorganického i organického původu (primární elementární částice), jejich stabilita v agregovaném stavu (sekundární strukturní elementy) a rozsáhlé rozpětí velikosti půdních pórů, které jsou toho výsledkem (Rejšek a Vácha, 2018).

Na vzniku půdní struktury se podílí obsah a kvalita organické hmoty a půdních koloidů, biologická činnost, výměnné kationty v koloidním systému, tedy veškeré fyzikálně-chemické a biologické procesy. Důležitým činitelem při tvorbě struktury je hlavně v humusových horizontech zoedafon (Tomášek, 2020). Významným zdrojem tvorby půdní struktury jsou tedy látky generované půdními organismy, které ovlivňují půdní strukturu jak trvale (produkcí humusových látek a organických kyselin), tak dočasně (houbovými hyfami a jemným kořenovým vlášením) a nárazově (adaptivní tvorbou polysacharidů a pryskyřičných látek).

Primární i sekundární strukturní prvky jsou různé velikosti a tvaru, proto mohou mít různou stabilitu a formu vzájemného seskupování. Za pomoci organických a anorganických tmelů vytváří pevné půdní částice celou škálu půdních agregátů. Tímto procesem je podmíněn vznik půdních pórů, které tvoří jemný systém naplněný půdními plyny a půdním roztokem. Těmito parametry je významně ovlivněn vodní i vzdušný režim půd a ve vazbě na to i jejich produkční schopnost. Půdní struktura je následně zásadně ovlivněna prokořeněním, množstvím a složením edafonu, parametry sorpčního komplexu a půdního chemismu, obsahem humusových látek, obsahem vody a individuálních zrnitostních frakcí (Rejšek a Vácha, 2018).

Chceme-li hodnotit půdní strukturu jednotlivých horizontů, hodnotíme vyvinutost, velikost, tvar, stav povrchu půdních agregátů a prostory mezi nimi. Půdní agregáty mohou mít různé velikosti a tvar. Jsou rozlišovány na mikro

agregáty o průměru menším než 0,25 mm a makro agregáty, jejichž rozměr je větší než 0,25 mm (Šarapatka, 2014). Díky své příznivé pórovitosti jsou nejvhodnějšími půdními agregáty ve velikosti 1–10 mm s kulovitou, hrudkovitou a polyedrickou strukturou (Bedrna, 2002).

**Půdní agregáty** jsou svým složením heterogenní. Různorodý je i jejich vztah k reverzibilitě jejich přítomnosti v půdních horizontech. Rejšek a Vácha (2018) popisují, že ireverzibilní koagulace směřující k vodostálosti je výrazně podmíněna dvoumocnými kationty, hořčíkem a vápníkem. Horizonty pak svým tvarem agregátů působí makroskopicky, což podmiňuje tři základní typy půdní struktury (Obrázek 1):

Kulovitá, která má ve všech směrech stejnou osu:

- práškovitá (menší než 1 mm),
- jemně drobtovitá (1-8 mm),
- drobtovitá (5-10 mm),
- hrudkovitá (10-50 mm),
- hrudovitá (více než 50 mm).

Hranolovitá, pro niž jsou charakteristické ostrohranné agregáty:

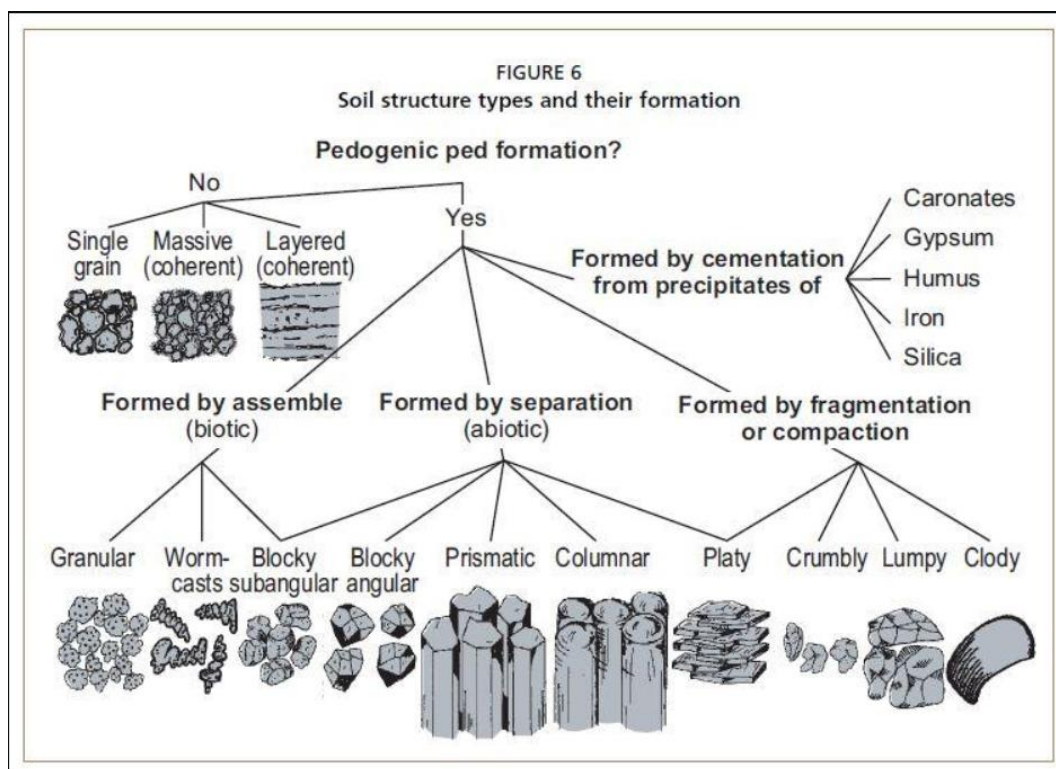
- drobně polyedrická (méně než 10 mm),
- polyedrická (více než 10 mm),
- kostkovitá (daná tvarem),
- sloupkovitá (daná tvarem).

Deskovitá, charakteristická nejméně 2x tak delší horizontální osou, než je osa vertikální:

- lístkovitá (méně než 2 mm),
- destičkovitá (2-5 mm),
- šupinkovitá (více než 5 mm).

V současnosti se nově vylišuje struktura globulární, tj. struktura daná exkrementy půdní fauny, která je v půdách České republiky překvapivě běžná. Tvarem svých agregátů má nejbliže ke struktuře kulovité.





Obrázek 1 - Rozhodovací schéma k určení typu půdní struktury (Zdroj: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Struktura\\_p%C5%AFdy#/media/Soubor:Obr%C3%A1zek\\_1.JPG](https://cs.wikipedia.org/wiki/Struktura_p%C5%AFdy#/media/Soubor:Obr%C3%A1zek_1.JPG))

Obecně rozlišujeme půdu na strukturní anebo nestrukturní. Pokud je půda nestrukturní, projeví se to výrazně v zadržování vody v krajině. Je totiž extrémně nízká. Navíc u nestrukturních půd dochází ke zvýšenému oparu v kombinaci s vysokým povrchovým odtokem ze stanoviště. Pro všechny rostliny na nestrukturních půdách je vyjma nedostatečnému množství vody zásadním problémem také extrémní charakter pórovitosti. V lehkých nestrukturních půdách plně převládají nekapilární póry, díky kterým dochází k rychlému vysušování půdy a k razantní oxidaci. V těžkých nestrukturních půdách dochází k zamokření a ke vzniku škraloupů a kůr (Rejšek a Vácha, 2018).

**Pórovitost** – je jednou z nejdůležitějších vlastností půdy a vedle struktury je hlavním znakem prostorového uspořádání půdního těla jako třífázového systému. Udává se v procentech, nedá se měřit je nutné ji spočítat na základě znalosti měrné a objemové hmotnosti po vysušení do konstantní hmotnosti. Vyjadřuje celkové procentuální množství volného prostoru, který není vyplněn pevnými částicemi půdy (Materna a Sánka, 2004). Vyjadřuje celkové procentuální množství volného

prostoru, který není vyplněn pevnými částicemi. Obecně platí, že tento prostor se v průměru pohybuje okolo 50 % objemu pedonu. V terestrických organických horizontech pórovitost dosahuje až 80 %, přičemž postupně s hloubkou půdního profilu klesá až k minimálním hodnotám minerálních horizontů mezi 35-40 %.

Horizont	P	hp	ph	h	jh	jv	j	
	pórovitost v %							
Ornice	-	46,35	49,26	47,08	45,25	55,25	50,72	47,45
Podorníčí	4,40	43,06	43,58	43,75	45,81	48,99	53,30	44,32
Spodina	42,58	42,64	42,75	44,36	43,40	44,05	49,97	44,34

Tabulka 5 - Průměrné hodnoty pórovitosti zemědělských půd, stanovené na plochách bazálního monitoringu zemědělských půd (Kňákal, 2000, zdroj: publikace *Nauka o půdě*)

Základní kritéria pro hodnocení pórovitosti pro zemědělské půdy v ČR stanovil Kutílek (1966). Uvádí, že velikost, objem a tvar půdních pórů mají vliv na vlastnosti vody, která je obsažena v půdě, na její rychlost, čímž je vyjma hydrologických vlastností půdy ovlivněna i intenzita přemísťování látek v půdě. Současně pórovitost podmiňuje jak obsah vzduchu v půdě, tak i jeho složení, neboť zásadním způsobem ovlivňuje difúzní výměnu CO<sub>2</sub> z půdního vzduchu do vzduchu atmosférického (Kutílek, 1978).

Pro správné pochopení významu půdní pórovitosti je třeba si uvědomit, že půda není pevná. Pevná je přibližně polovina jejího objemu a zbytek tvoří systém ultra kapilárních, kapilárních a nekapilárních pórů, které jsou vyplněné plyny a roztoky. Tento porézní systém je základem retence vody v krajině, a to z pohledu množství vody, které je půda schopna pojmout, a zároveň tvoří základ pro výživu rostlin a biologickou aktivitu půdy, z hlediska následné fyziologické dostupnosti vody. (Rejšek a Vácha, 2018).

Strukturní stav humusového horizontu    výborný    dobrý    nevyhovující    nestrukturní

Pórovitost (%)	> 54	46-54	39-46	31-39
----------------	------	-------	-------	-------

*Tabulka 6 - Hodnocení strukturního stavu humusového horizontu podle pórovitosti (Kutílek, 1966, zdroj: publikace Nauka o půdě)*

Pro lesní půdy je typické, že je jejich pórovitost podmíněna obsahem půdního humusu, na němž je od jisté míry závislá tvorba půdních agregátů (půdní struktury). Charakter pórovitosti závisí na struktuře půdy. U nestrukturních půd s volným uložením částic (písčité půdy), dosahují póry větších rozměrů mezi jednotlivými zrny. Strukturní půdy, které jsou tvořeny půdními agregáty (spojením elementárních částic) jsou póry jak mezi těmito agregáty – tzv. meziagregátové Pma tak uvnitř agregátů – tzv. póry agregátové Pva. Nejvíce příznivé poměry jsou v půdě, je-li celková pórovitost rozdělena přibližně z 1/3 na póry meziagregátové a ze 2/3 na vnitroagregátové (Jandák et al., 2004).

Rejšek a Vácha (2008) uvádějí, že nejpríznivější stav je v půdách s drobtovitou strukturou, která je podmíněna jak dostatečnou příměsí půdního humusu, tak i dvojmocných bazí. Důležitý je i podíl humusu, zejména jeho texturně extrémních složek (při jeho vyšším obsahu je i obsah makropórů vyšší, přičemž je však zákonitě celková pórovitost nižší). Zásahem člověka do půdy je možné dlouhodobě i krátkodobě ovlivňovat pórovitost lesních půd. Dlouhodobě tím, že bude kladen důraz na volbu přípravných druhových směsí a cílovou dřevinnou skladbu dřevinného složení porostů, krátkodobě melioračními zásahy na stanovišti a celoplošnou přípravou půdy před zalesňováním.

Pro funkci pórů je důležitá jejich velikost. Klasifikování pórů podle jejich velikosti však není snadné, protože jejich průměr není možné přímo měřit. Proto se obvykle třídí podle druhu a velikosti sil, které působí na vodu, která je v nich obsažená. Půdní póry si lze představit jako nepravidelné kapiláry s proměnlivým průměrem. Jejich „ekvivalentní průměr“ odpovídá průměru válcovité kapiláry, ze které lze odsát vodu stejným pod tlakem (Prax, 2010).

Je důležité si uvědomit, jak jsou póry různé velikosti orientovány vůči sobě a jak na sebe přímo, mechanicky v trojrozměrném půdním tělese navazují, to

znamená, vnímat vzájemné uspořádání porézního systému půdy. Z pohledu výživy rostlin je velmi důležitá hranice mezi kapilárními a nekapilárními póry. Běžně se uvádí 0,1 mm, a to s tím, že naplno se kapilární síly projeví až u kapilárních pórů o průměrech menších než 0,05 mm. Z pohledu půdní fyziky je naopak podstatné dělení na makropóry a mikropóry, kde je totiž klíčově důležitá daná druhá hranice (Rejšek a Vácha, 2018) viz. tabulka 7.

Druh pórů	Velikost (µm)	Lehká půda (% obj.)	Středí půda (% obj.)	Těžká půda (% obj.)
Makropóry	nad 50	20-30	10-15	5-15
Zásobní mikropóry	02-50	5-15	20-25	15-20
Reziduální mikropóry	Pod 0,2	5-10	15-20	25-35
Pórovitost	-	35-45	45-55	50-70

*Tabulka 7 - Rozdělení půdních pórů podle velikosti a jejich typické zastoupení (% obj.) v základních skupinách podle půdního druhu (upraveno podle Rowell, 1994; in Šimek, 2003 zdroj: publikace Nauka o půdě)*

Z výše uvedeného je zřejmé, že se lze setkat s přechodem mezi dvěma extrémními stavy. Jednak, že u písčitých půd je porézní půdním systém velmi pravidelný, kdežto u jílovitých půd při zcela odlišné agregaci v jiné hloubce je pak porézní systém naprosto prostorově různorodý, z čehož plyne i jeho plně proměnlivá stabilita. Obecně tedy platí, že významnost prvotních strukturních prvků půdy a pevných částic je mnohem nižší, než je význam jejich strukturních prvků sekundárních, půdních agregátů.

Pro zemědělce, lesníky i například pro krajináře nebo zahradníky má pórovitost zásadní význam, protože porézní systém půdy je místo, kde dochází k lokalizaci rostlinných kořenů i půdních mikroorganismů i makroorganismů. Současně v porézním systému půdy dochází k pohybu kyslíku, vody a přijatelných forem biogenních prvků, čímž ale ovlivňuje možnost půdy toto nabízet a vyměňovat s rostlinami. Čím je půda jílovitější, tím je výraznější podíl půdní pórovitosti obsazen roztoky, které se pohybují v kapilárních a ultrakapilárních prostorech. Neznamená to však, že se tak pórovitost mění nějakým konkrétním směrem. Tvorbu

vlastního porézního systému půdy do velké míry ovlivňují disturbance přirozeného charakteru jako je růst rostlinných kořenů nebo tvorba pobytových míst půdní makrofauny a megafauny, tedy biotické faktory a bobtnání nebo smršťování, tzv. abiotické faktory (Rejšek a Vácha, 2018).

Z pohledu **chemických vlastností** je půda charakterizována svým složením a rovnicemi chemické rovnováhy. Tyto vlastnosti jsou ovlivňovány především elementárním a minerálním složením, také obsahem a složením půdní organické hmoty, složením půdního roztoku, půdní reakcí, sorpcí a oxidačně redukčními podmínkami.

**Reakce půdy** – je základní fyzikálně chemická vlastnost půd. Vyjadřuje poměr koncentrace vodíkových a hydroxylových iontů v půdním roztoku. Stav půdní reakce je označován exponentem pH. Z metodologického hlediska rozeznáváme tyto reakce:

- půdní reakce aktivní (pH/H<sub>2</sub>O) – vyjadřuje aktuální situaci v půdním roztoku,
- půdní reakce výměnná (pH/KCl, ev. pH/CaCl<sub>2</sub>) – charakterizuje schopnost půdy měnit pH roztoků neutrálních solí,
- půdní reakce hydrolytická (H<sub>a</sub>; mmol H<sup>+</sup>.100 g<sup>-1</sup> půdy) – charakterizuje schopnost půdy měnit reakci hydrolyticky štěpitelných octanů. Z pohledu přímé práce s rostlinami nemá praktického využití.

Podle půdní reakce se půdy dělí na půdy kyselé, neutrální a zásadité. Neutrální půdy dosahují hodnot pH = 7. Kyselé půdy mají pH nižší než 7 naopak zásadité půdy mají pH vyšší než 7 (Bican, 1961). Touto půdní vlastností je ovlivňováno složení rostlinného pokryvu, složení půdní mikroflóry a mikrofauny. Půdy pro rostliny nevhodné jsou takové, jejichž půdy dosahují pH pod 3,5 anebo nad 9. V rozmezí pH 6-7 jsou rostlinné živiny s výjimkou fosforu maximálně přístupné (Jandák et al., 2014).

Hodnota pH v chloridech	Hodnota pH/H <sub>2</sub> O	Půdní reakce
<3,0	<3,5	velmi silně kyselá
3,0-4,0	3,5-4,4	silně kyselá
4,1-5,0	4,5-5,5	středně kyselá
5,1-6,0	5,6-6,5	mírně kyselá
6,1-7,0	6,6-7,2	neutrální
> 7,0	> 7,2	mírně alkalická

Tabulka 8 - Kritéria pro hodnocení aktivní a výměnné půdní reakce lesních půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)

Hodnota pH v chloridech	Půdní reakce
<4,5	extrémně kyselá
4,6-5,0	silně kyselá
5,1-5,5	kyselá
5,6-6,5	slabě kyselá
6,6-7,2	neutrální
7,3-7,7	alkalická
> 7,7	silně alkalická

Tabulka 9 - Kritéria pro hodnocení výměnné půdní reakce zemědělských půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)

**Půdní sorpce** – je schopnost půdy zadržovat krátkodobě či dlouhodobě různé látky z disperzního prostředí, za spoluúčasti půdních koloidů, jejichž důležitá část je součástí pevné fáze půdy. Půdní koloidní složky jsou při půdotvorném procesu považovány za jednu z nejvýznamnějších součástí a jsou podstatné při formování vlastností zemědělských půd a při jejich úrodnosti (Jandák et al., 2014).

Půdních sorpcí je celá řada. Z pohledu výživy rostlin je důležitých pět typů půdních sorpcí:

- mechanická sorpce (částice jsou mechanicky zadržovány např. v pórech),
- výměnná sorpce (výměna iontů mezi povrchem a roztokem),
- chemická sorpce (tvorba sraženin a nerozpustných sloučenin, které jsou následně mechanicky zadrženy),
- biologická sorpce (sorpce látek těly rostlin a organismů).

Výměnná sorpce je spolu s půdní strukturou a vodou v půdě nejklíčovějšími charakteristikami půdní úrodnosti. Pro půdu má největší význam sorpce výměnná (fyzikálně-chemická). Na rozhraní pevné fáze půdy a půdního roztoku probíhá neustálá výměna kationtů a stabilizace rovnováhy. Náboj v roztoku musí být nahrazen stejným nábojem iontů poutaných na pevné fázi. Z toho plyne, že ionty jsou zadržovány na půdní sorpční komplex, nebo se z něho uvolňují do roztoku tak, aby bylo dosaženo rovnovážného stavu náboje mezi těmito rozhraními. Jedná se o neustále probíhající, dynamický jev, neboť rovnováha půdního prostředí je stále narušována např. odběry pro půdu důležitých prvků rostlinami, minerálním nebo organickým hnojením, mineralizací, humifikací atd. (Vopravil et al., 2011). Pro charakteristiku vlastností sorpčního komplexu byly stanoveny tři základní chemické ukazatele:

- obsah výměnný bazí „S“ (suma bazických kationtů, zrovna poutaných sorpčním komplexem. Hodnota je udávána v mmol/100g půdy a hodnoty se mohou měnit vlivem hnojení nebo změnami půdní vlhkosti),
- kationtová výměnná kapacita „KVK“ někdy označovaná „T“ (udává množství kationtů, které je sorpční komplex půdy schopen poutat na svém povrchu. Hodnota se vyjadřuje v mmol/100g půdy,
- stupeň sorpční nasycenosti „V“ (vyjadřuje procentický poměr bazických iontů v sorpčním komplexu a počítá se  $V = (S/T) \times 100$ ).

Hodnocení	Hodnota T (mmol.kg <sup>-1</sup> )
Velmi nízká	<80
Nízká	80-130
Střední	130-240
Vysoká	240-300
Velmi vysoká	>300

*Tabulka 10 - Kritéria pro hodnocení hodnot celkové sorpční kapacity (T) zemědělských půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)*

Hodnocení	Hodnota V (%)
Extrémně nenasycená	<30
Nenasycená	30-50
Slabě nasycená	50-75
Nasycená	75-90
Plně nasycená	90-100

*Tabulka 11 - Kritéria pro hodnocení nasycenosti sorpčního obsahu bazickými kationty (V) zemědělských půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)*

Podrobná kritéria pro hodnocení celkové sorpční kapacity (T), obsahu bazických kationtů (S) a nasycenosti sorpčního komplexu (V) u lesních půd jsou uvedena v tabulce 12, 13 a 14.



Hodnocení	Hodnota T (mmol.kg <sup>-1</sup> )
Velmi nízká	<8
Nízká	8-12,5
Střední	12,5-25
Vysoká	25-35
Velmi vysoká	>35

Tabulka 12 - Kritéria pro hodnocení celkové sorpční kapacity (T) lesních půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)

Hodnocení	Hodnota S (mmol.kg <sup>-1</sup> )
Velmi nízká	<2,5
Nízká	2,5-6,5
Střední	6,6-19
Vysoká	19,1-31,5
Velmi vysoká	>31,5

Tabulka 13 - Kritéria pro hodnocení obsahu bazických kationtů (S) lesních půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)

Hodnocení	Hodnota V (%)
Extrémně nenasycená	<10
Vysoce nenasycená	10-30
Mírně nenasycená	30-50
Nenasycená	50-75
Vysoce nasycená	75-90
Plně nasycená	>90

Tabulka 14 - Kritéria pro hodnocení nasycenosti sorpčního obsahu bazickými kationty (V) lesních půd (zdroj: publikace Nauka o půdě)

Pro zemědělskou i lesnickou praxi jsou zásadní i další vlastnosti půd, a to **technologické vlastnosti**. Jsou jimi soudržnost půdních částí (koheze), přilnavost půdních částí na povrch těles, která vnikají do půdy (adheze), ale také orební odpor, tvorba povrchového odtoku, konzistence, uléhavost a zhutnění.

V biologickém oživení půdy spočívá zásadní rozdíl mezi sedimenty a půdou, neboť většina sedimentů biologickou složku neobsahuje. Za **biologické vlastnosti** půd se pokládají např. množství, biomasa a činnost půdních organismů, rychlost respirace, enzymatické aktivity, obsah DNA a další. Z hlediska půdní biologie je nejzajímavější tematikou vznik a význam humusu, jakožto produktu dekompozice složitých uhlíkatých složenin a následných polykondenzací a bakteriálních neosyntéz. Díky své sorpční schopnosti vůči minerálním biogenním prvkům, barevnému efektu generujícímu rychlejší zahřívání půdy nebo díky tmelícímu působení, je podstatou úrodnosti půdy (Rejšek a Vácha, 2018). Není pochyb, že stabilní půdní struktura je základem nejen schopnosti vytvářet vitální mykorhizní soužití, ale také schopnosti půdy nepodléhat erozi (větrné i vodní). Právě humus zde přímo či nepřímo působí protierozně, a to tím, že stimuluje tvorbu bohatého kořenového systému rostlin.

### 3.2. Degradace půdy

Degradaci půdy se obecně nazývají procesy, které negativně působí na kvalitu půd a primárně mívají za následek jejich ztrátu. Právě tyto procesy jsou v současnosti jedním z hlavních problémů životního prostředí na celém světě. Stav půdy a rozsah jejího poškození (degradace) se odvíjí od způsobu hospodaření (Nachtergaele et al., 2011). Půda je výchozím výrobním prostředkem v lesnictví i zemědělství, a proto je důležité ji chránit, protože její případné narušení postihuje celý ekosystém (Robinson et al., 2013).

Degradace půdy je definována jako ztráta kvality půdy a jejích vnitřních charakteristik, nutných pro zajištění specifických funkcí. Ovlivňuje ji mnoho činitelů. Těmi nejdůležitějšími jsou neudržitelné způsoby hospodaření. Dle Bluma (2007) lze za primární degradační procesy považovat erozi způsobenou větrem či vodou, ztrátu organické hmoty, okyselování půd nebo jejich zasolování, narušení

struktury půdy, půdní sucho, nadměrné utužení nebo zamokření, soliflukci, desertifikaci, biologickou degradaci, snížení pufrční schopnosti půdy, nepříznivé změny ve složení a koloběhu živin, ale také kontaminaci přírodními a antropogenními zdroji. Všechny vyjmenované typy degradace spolu navzájem souvisejí a v důsledku toho typ převažující degradace podmiňuje vznik dalšího a dochází tím k řetězové reakci, kterou je komplikované zadržet. Situační zpráva Ministerstva zemědělství (dále jen MZe) uvádí, že v České republice je vodní erozí ohroženo až 50 % rozlohy půdního fondu, 18 % území je ohroženo erozí větrnou, 49 % utužením a 62 % území je ohroženo acidifikací (MZe, 2018).

Obecně lze největší působení degradačních procesů pozorovat v semiaridních prostředích a ve středomořských horských oblastech. Díky tomu se právě v těchto lokalitách nachází největší počet opuštěných území. V horských oblastech nebo na svažitéch polích je problém pozorovatelný v prvních několika letech po opuštění půdy. Dochází zde k erozi a nízké infiltraci. Procesy eroze mohou být velice výrazné, vedoucí až k úplné degradaci opuštěných území během několika málo let. Problémy se projeví především v údobí, než dojde k opětovnému ozelenění těchto poškozených ploch (Lasanta et al., 2019). Dle předložené rámcové směrnice EU pro ochranu půd je půda přírodním zdrojem ve veřejném zájmu, na který sílí enviromentální tlak, a je proto potřeba ji chránit před degradací (Kozák et al., 2009). Nevratné poškození půdy může mít vliv i na lidskou společnost a její zdraví (Oliver, 1997).

Proces regenerace půdy je složitý a vždy vyžaduje velké množství času a energie. Existuje předpoklad, že do roku 2050 má celková populace na světě dosáhnout 9 miliard lidí, což by mohlo v kombinaci s měnícím se klimatem představovat vážné problémy a z tohoto pohledu se současnost jeví jako kritická doba. Výstupem zanedbávané degradace půdy může být až nevratná degradace půdního fondu (Morgan, 2009). Nicméně díky rozšiřování legislativních nařízení a předpisů, které v sobě zahrnují ochranu půdy, optimalizaci managementu hospodaření nebo posuzování vlivů zemědělské činnosti na životní prostředí a jejich další kvantifikaci (Urusevskaya, 2007, Glasson et al., 2005 a Fleming et al., 2000), dochází ve vyspělém světě k pozitivnímu posunu směrem k ochranným opatřením půdy a k podpoře udržitelného využívání půdy v obdobné míře, jako

v oblasti vzduchu a vody (Blum, 2003). Tato opatření však stále nejsou dostačující, neboť v mnoha regionech stále převládají ekonomické ukazatele nad těmi přírodními (Jenny et al., 2014).

### 3.3. Vodní eroze

Vodní eroze je už od druhé poloviny 19. století považována za jeden z nejzávažnějších environmentálních problémů (Bakker et al., 2007). Je zapříčiněna rozrušením půdního povrchu kapkami a následným odnosem půdních částí vodou (Rejšek a Vácha, 2018). Randolph (2004) uvádí, že je nutné uvědomit si, že jeden centimetr půdy se tvoří několik desítek až stovek let a obnovení degradované půdy může být velmi nákladné a může trvat po několik mnoho let. Jak už bylo popsáno výše, za erozi lze označit přírodní proces, kdy dochází nejen k rozrušování povrchu půdy, transportu jejích částic a jejich následné sedimentaci v nižších polohách svahu, ale smyté půdní částice mohou být dále transportovány v hydrografické síti (Piccarreta et al., 2012). Primární vliv na vznik vodní eroze má tedy délka a sklonitost svahu a intenzita deště (Jansson, 1982, Garcia-Ruiz et al., 2015). Tím se odlišuje od eroze větrné. K jejím projevům může docházet i v rovinném terénu. Typické pro tento jev jsou semiaridní oblasti, kde se během prudkých dešťů po dopadu kapek vytváří nad povrchem emulze z vody a půdních částic. Časem dojde k destrukci humusového horizontu a obnažení méně úrodné vrstvy půdního profilu, na kterém už nejsou rostliny schopné růstu. Tím dochází k procesu desertifikace (Rejšek a Vácha, 2018). Přestože je výskyt vodní eroze přirozený a stálý jev, tak díky lidské činnosti, zejména neudržitelným způsobem hospodaření (Montgomery, 2007) dochází k jejímu velkému ovlivňování a půdní částice nestačí být nahrazeny přirozeným půdotvorným procesem (Vopravil et al., 2010).

V České republice je vodní erozi ohroženo přes 50 % zemědělských půd. Tento typ eroze je způsoben především přívalovými dešti. Za erozně ohrožující se uvádějí srážky s intenzitou  $24 \text{ mm} \cdot \text{hod}^{-1}$  s úhrnem přes 12,5 mm. Nárůst tohoto typu dešťů za poslední roky je připisován změnám klimatu a dále dochází ke značnému zhoršování této nedobré situace (Konečná a kol., 2014). Vlivem vodní eroze dochází v různém rozsahu a v různé intenzitě k rozrušování zemského povrchu. Podle toho je možné erozi dělit na několik forem. Janeček et al. (2005) uvádějí

formu eroze plošnou, rýhovanou, výmolovou a proudovou. Novotný et al. (2017) ve své příručce *Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy* rozlišuje dvě hlavní formy eroze, a to erozi plošnou a erozi výmolnou, která dle své intenzity zahrnuje ještě erozi rýžkovou, brázdovou, rýhovou a výmolnou. Plošná eroze (plošný splach) se projevuje rozrušováním a následným rovnoměrným smyvem půdní hmoty po celé ploše. Tím dochází k plošnému odtoku a pozvolnému snižování mocnosti půdy. Selektivní eroze je prvním stupněm, kdy dochází k vyplavování zejména jemnozrnné frakce půdy, tím dochází ke změně textury a obsahu živin v půdě a zhoršují se chemické a fyzikální vlastnosti půdy. Na povrchu nezanechává viditelné stopy, ale je snadno zjištělná například z jemného materiálu akumulovaného ve spodních částech svahu. Při nepříznivém uspořádání povrchu (střídání různě odolných vrstev půdy) a větší kinetické energii povrchově stékající vody dochází ke smyvu půdní hmoty ve vrstvách a vzniká eroze vrstevná (Holý, 1994). Projevuje se na celé ploše svahu nebo v pruzích (ztráta celé orniční vrstvy). Výmolová eroze je vyšším stupněm rýhové (výmolné) eroze. Projevuje se vznikem výmolů o hloubce a šířce více jak 30 cm (tvar V nebo U). Vzniká postupným soustředěním vody stékající po povrchu, která do půdního povrchu vyrývá mělké, postupně se prohlubující zářezy. Rýžková eroze (hustá síť drobných úzkých zářezů) a brázdová eroze (síť mělkých širších zářezů) jsou prvním stupněm výmolné eroze. Charakteristický je plynulý přechod soustředěním odtoku z plošné eroze. Prohlubováním rýžek a brázd vzniká rýhová eroze (Holý, 1994). Na ně navazuje eroze stržová, jež je nejzávažnější formou výmolné eroze, která se může vyskytnout na zemědělské i lesní půdě. Její náprava vyžaduje mnohem nákladnější opatření, než jakými jsou obvyklé agrotechnické zásahy. (Rejšek a Vácha, 2018). Proudová eroze probíhá ve vodních tocích a vzniká působením vodního proudu. Je-li rozrušováno pouze dno, jedná se o erozi dnovou. Jsou-li rozrušovány břehy, jedná se o erozi břehovou (Holý, 1994).

Obecnou příčinou vodní eroze může být faktor antropogenní, do kterého se řadí způsob využívání půdy a způsob jejího obhospodařování. Na zemědělských půdách to dále bývá faktor vegetační, ale také faktory přírodní, kam se řadí například morfologie, klimatický a hydrologický faktor i půdní a geologické podmínky (Rejšek a Vácha, 2018). Vlivem vodní eroze v různém rozsahu a s různou mírou

intenzity může docházet k rozrušování zemského povrchu. Negativní vliv eroze má za následek snížení úrodnosti půdy a enviromentální hodnoty, a to díky úbytku půdní organické hmoty, snížení obsahu minerálních živin a obnažení podorníci, jež má nižší úrodnost a obvykle současně kyselější půdní reakci (Rejšek a Vácha, 2018). Hlavní důsledky vodní eroze lze rozdělit do následujících skupin (Vopravil et al., 2011; Novotný et al., 2017):

- riziko hrozby pro trvalou udržitelnost úrodnosti půdy,
- ovlivnění kapacity koryt vodních toků a disponibilního objemu vodních nádrží,
- ovlivnění kvalitativních charakteristik vodních zdrojů,
- ohrožení zastavěných ploch měst a obcí, komunikací i další infrastruktury v krajině v důsledku vodní eroze a povrchového odtoku.

### **3.4. Větrná eroze**

**Větrná eroze** vzniká mechanickou činností větru, jehož působením dochází k rozrušování půdního povrchu, odnosu uvolněných půdních částic a jejich ukládání na jiných místech (Lal, 1992). Jedná se o typický jev semiaridních zemích, ale také v sušších oblastech humidních zemí a na půdě s nepříznivými fyzikálními vlastnostmi. V České republice se větrná eroze soustředí především do oblasti Polabí a jižní Moravy. Je zapříčiněna obdobnými faktory jako eroze vodní: antropogenní faktory ve formě způsobu hospodaření, vegetační kryt půdy, půdní a klimatické podmínky a morfologie terénu. Procesy větrné eroze podporuje chybějící vegetační pokryv půd v období silných větrů, ale také používání nevhodných agrotechnických nástrojů (Rejšek a Vácha, 2018).

Větrná eroze působí plošně a pouze v ojedinělých případech působí v pruzích ve směru větru. Probíhá ve třech fázích. První fáze spočívá v uvolnění půdních částic. Následuje jejich transport a depozice. Transport částic může probíhat třemi způsoby ve vazbě na jejich velikost (Nickling, 2004), a to formou suspenze, saltací anebo posunutím povrchu. Velikost takto unášených částic klesá se vzrůstající výškou nad povrchem půdy. Podle způsobu vzniku unášeného materiálu se rozlišují dvě formy větrné eroze, deflace a koraze. Při deflaci dochází k přemístování

půdních částic větrem. Částice jsou unášeny na různé vzdálenosti a dochází ke vzniku písečných přesypů. Při korazi dochází k obrušování a rozrušování hornin pevnými půdními částicemi, např. podemílání skalních útvarů (Holý, 1994). Síla větrné eroze se vyjadřuje odnosem půdy v objemových nebo hmotnostních jednotkách z jednotky plochy za jednotku času. Podle síly je rozlišována eroze normální a zrychlená. Při normální erozi jsou erozní procesy méně intenzivní a ztrátu půdních částic nahrazují nově vytvořené částice z půdního podkladu. Mění se zrnitostní složení vrchního půdního horizontu a nedochází ke snižování mocnosti půdního profilu. Při zrychlené erozi se půdní částice smývají v takovém rozsahu, že nemohou být nahrazeny, tak jak tomu je u normální eroze. Dle Novotného a kol. (2014) spočívají důsledky větrné eroze primárně ve snížení obsahu všech látek vázaných na erodované částice, změně zrnitostního složení a vodního režimu půdy v důsledku chybějících jemných jílovitých částic, které byly odvanuty.

Škody způsobené větrnou erozí lze rozdělit na on-site a off-site (Riksen a Graff, 2001). Škody on-site vznikají deflací těch nejjemnějších půdních částic a organické hmoty z vrchní části půdy. V důsledku toho dochází ke snižování hloubky půdního profilu a ke ztrátám uměle vnesených živin. Škody off-site nevznikají přímo v oblasti působení větrné eroze, ale mohou se projevit i ve velké vzdálenosti od středu eroze. Jedná se především o hromadění pevných částic jemných frakcí půdy i chemickými látkami, které jsou na ně navázané (hnojiva, pesticidy atd.) a na přilehlých polích mohou způsobovat i znečištění povrchových vod. Může docházet také k zanášení příkopů a zářezů komunikací. Díky větrné erozi hrozí riziko odhalování kořínků rostlin, což má za následek poškození mladých rostlinek a semenáčků (Šarapatka et al., 2002). Nelze opomenout ani negativní vliv na lidské zdraví. Větrně unášený sediment obsahuje jemné prachovité částice, které lidské tělo nedokáže dostatečně zachytit a dostávají se tak do lidského organismu (Khel et al., 2017).

### **3.5. Ochrana proti vodní a větrné erozi**

Zabránit vlivu větrné eroze lze především prevencí, tj. především zajištěním stálého pokryvu půdního povrchu, jeho kultivací a zdrsněním, které je závislé na míře vlhkosti, při které je půda kultivována, což umožňuje tvorbu větších půdních

agregátů (Lhotský, 2002). Vlastní protierozní opatření jsou rozdělena do tří kategorií, organizační opatření, agrotechnická opatření a technická opatření (Janeček et al., 2012). **Organizační opatření** spočívají v optimalizaci tvaru a velikosti půdních bloků, ve vhodném rozmístění pěstovaných plodin (včetně ochranného zatravnění) a v pásovém pěstování plodin. **Agrotechnická opatření** zahrnují úpravu půdní struktury, setí po vrstevnici, ochranné obdělávání, pásové zpracování půdy, hrázkování, důlkování, plečkování, dlátování a podryvání. **Technická opatření** spočívají v budování protierozních příkopů, průlehů, v zatravnění údolnic se stabilizovanou dráhou soustředěného odtoku, v budování polních cest s protierozní funkcí, v budování nádrží, protierozních urovnávek, teras a mezí. V poslední době se pozornost zaměřuje také na výzkum vegetačních větrolamů, jež se jeví jako účinné v boji proti větrné erozi. (Rejšek a Vácha, 2018). Realizace všech výše uvedených opatření je operace finančně náročná a pro většinu především nájemců hospodařících na zemědělské půdě je bez podpůrných dotačních programů téměř nemožná.

### 3.6. Zalesňování zemědělského půdního fondu (ZPF)

Nejpodstatnější složkou půdy je bezesporu zemědělský půdní fond (dále jen ZPF). Termín ZPF byl poprvé zmíněn v zákoně č. 48/1959 Sb., v § 1, z něhož vyplývala povinnost chránit zemědělskou půdu jako zemědělský půdní fond, a ve kterém byla zemědělská půda prohlášena za jednu z jeho součástí. Následné právní úpravy terminologie zemědělského půdního fondu byly převzaty, a i přes nepatrné rozdílnosti se pojem vyvinul do dnešní podoby a je zakotven v zákoně o ochraně zemědělského půdního fondu (Pekárek, 1983). ZPF je dle ustanovení § 1 zákona č. 334/1992 Sb. o ochraně ZPF, ve znění pozdějších předpisů (dále jen ZOZPF) základním přírodním bohatstvím, nenahraditelným výrobním prostředkem, který umožňuje zemědělskou výrobu, a jednou ze zásadních složek životního prostředí. ZPF tvoří zemědělsky obhospodařované pozemky, to je: orná půda, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady, louky a pastviny, a dále i půda, která má být zemědělsky obhospodařována, ale není dočasně obdělávána. Do ZPF se řadí i nezemědělská půda, která je důležitá pro zajišťování zemědělské výroby aj, (Lojka et al., 2020).



Ochrana ZPF se řídí zákonem č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. Stupně ochrany zemědělské půdy jsou zařazeny do pěti tříd (Kozák et al., 2009):

- **I. třída:** z pohledu bonity se jedná o nejcennější půdy v jednotlivých klimatických regionech, které lze jen ve výjimečných případech vyjmout ze ZPF.
- **II. třída:** půdy s vysokou, až nadprůměrnou produkční schopností a s vysokým stupněm ochrany.
- **III. třída:** půdy, jejichž produkční schopnost je průměrná se středním stupněm ochrany. V územním plánování lze tyto půdy využít pro případnou zástavbu.
- **IV. třída:** půdy s více převažující podprůměrnou produkční schopností, které jsou využitelné pro zástavbu díky své omezené ochraně.
- **V. třída:** zemědělsky postradatelné půdy s převažující podprůměrnou produkční schopností (Matoušková, 2019).

Problematikou zalesňování zemědělských půd v ČR, dále popisem převodu BPEJ na SLT a půdními poměry včetně jejich vlivu na lesní půdu jsem se podrobněji zabývala ve své bakalářské práci.

### **3.7. Právní rámec v dotační podpoře zalesnění ZPF, dotační programy**

Podpora hospodaření v lesích (MZe, 2011) formou finančních příspěvků je poskytována v souladu s příslušnými ustanoveními lesního zákona a v příloze k zákonu o státním rozpočtu jsou každoročně zakotvena pravidla pro její poskytování. Podmínky pro poskytnutí dotace na opatření Zalesňování zemědělské půdy jsou od roku 2015 stanoveny nařízením vlády. Zásadním předpisem pro žadatele na toto opatření je nařízení vlády č. 185/2015 Sb., které bylo novelizováno v roce 2016 nařízením vlády č. 61/2016 Sb., v roce 2017 nařízením vlády č. 19/2017 Sb. a nařízením vlády č. 49/2017 Sb., v roce 2019 nařízením vlády č. 234/2019 Sb. a v roce 2020 nařízením vlády č. 64/2020 Sb. Podrobné podmínky pro poskytování dotace v rámci opatření Zalesňování zemědělské půdy (dále jen „ZZP“) jsou podrobně popsány v Metodice k provádění nařízení vlády č. 185/2015 Sb. Od roku

2020 je nově zohledněna změna zákona o zemědělství, jež se týká prokázání právního důvodu k užívání zemědělských pozemků.

V rámci opatření Zalesňování zemědělské půdy jsou dle nařízení vlády č. 185/2015 Sb., za předpokladu že dojde k dodržení všech stanovených podmínek, poskytovány především tyto hlavní dotace:

- **Dotace na založení lesního porostu (dotace na „zalesnění“)** - při zalesnění dřevinami JD, BO, BK, DB, LP DG, JS je poskytována ve výši 3 035,- EUR/1 ha. Při zalesnění ostatními dřevinami nevyjmenovanými v bodě 1 činí její výše 2 100,- EUR/1 ha.
- **Dotace na péči o lesní porost po dobu 5 kalendářních let počínaje rokem následujícím po roce zalesnění („dotace na péči o lesní porost“)** – na péči pro dřeviny JD, BO, BK, DB, LP DG, JS činí její výše 669,- EUR/1 ha / rok. Pro ostatní dřeviny nevyjmenované v přechodím bodě činí 298,- EUR/1 ha/rok.
- **Dotace za ukončení zemědělské výroby na zalesněném pozemku po dobu 10 kalendářních let počínaje rokem následujícím po roce, v němž byl porost založen („dotace za ukončení zemědělské výroby“)** náhrada na pozemku, který byl v LPIS před jeho zalesněním veden s kulturou standardní orná půda, vinice, chmelnice, ovocný sad, školka a jiná trvalá kultura, činí 488,- EUR / 1 ha/rok. U travního porostu, úhoru, trvalého travního porostu a jiné kultury činí 161,- EUR/1 ha/rok.

Dotace je poskytována na výměru zalesňovaného pozemku vedenou v LPIS a je poskytována na zalesnění dílu půdního bloku vhodném pro zalesnění evidovaném v LPIS s druhy zemědělské kultury orná půda, vinice, chmelnice, ovocný sad, školka nebo jiná trvalá kultura. Dotace se poskytne na výsadbu jednotlivých druhů dřevin v příslušném cílovém hospodářském souboru (CHS) alespoň v minimálním počtu uvedených v tabulce č. 15 (MZe, 2020, příloha č. 1 NV) na dílu půdního bloku vhodném pro zalesnění evidovaném v LPIS a alespoň v minimálním počtu uvedeném v tabulce č. 16 (MZe, 2020, příloha č. 1 NV).

Druh lesní dřeviny/ zkratka druhu lesní dřeviny	Cílové hospodářské soubory – vhodná stanoviště	Sadební materiál lesních dřevin podle části B. v tis. ks na 1 ha <sup>**)</sup>
Borovice lesní/BO	13, 21, 23	9
	01 <sup>*)</sup> , 27, 39, 41, 43, 47, 51, 53, 57	8
Bříza bělokorá/BR	01 <sup>*)</sup> , 13, 21, 23, 25, 27, 29, 39, 41, 43, 45, 47, 51, 53, 55, 57, 59, 71, 73, 75, 77, 79	6
Bříza pyřitá/BRP	01 <sup>*)</sup> , 39, 77, 79	6
Bříza karpatská/BRC	01 <sup>*)</sup> , 71, 73, 75	6
Buk lesní/BK	25, 27, 45, 55	9
	01 <sup>*)</sup> , 13, 21, 23, 41, 43, 47, 51, 53, 57, 71, 73, 75, 77	8
Douglaska tisolistá/DG	13, 21, 23, 25, 41, 43, 45, 51, 53, 55	3
Dub letní/DB	19, 25, 45	10
	01 <sup>*)</sup> , 27, 29, 39, 41, 43, 47, 51 <sup>*)</sup> , 53 <sup>*)</sup> , 55 <sup>*)</sup> , 57 <sup>*)</sup> , 59 <sup>*)</sup>	8
Dub zimní/DBZ	25, 45	10
	01 <sup>*)</sup> , 13, 21, 23, 27, 41, 43, 47, 51 <sup>*)</sup> , 53 <sup>*)</sup> , 55 <sup>*)</sup>	8
Dub cer/CER	23 <sup>*)</sup> , 25 <sup>*)</sup>	6
Habr obecný/HB	01 <sup>*)</sup> , 19, 21, 23, 25, 41, 45	6
Jasan ztepilý/JS	01 <sup>*)</sup> , 19, 21, 25, 29, 45, 47, 55, 57	6
Jasan úzkolistý/JSU	19	6
Javor mléč/JV	01 <sup>*)</sup> , 19, 21, 25, 41, 45, 47, 51, 55, 57	6
Javor klen/KL	01 <sup>*)</sup> , 19, 21, 25, 41, 43, 45, 47, 51, 53, 55, 57, 71, 73, 75, 77, 79	6
Javor babyka/BB	01 <sup>*)</sup> , 19, 21, 25, 45	6
Jedle bělokorá/JD	01 <sup>*)</sup> , 21, 23, 25, 27, 39, 41, 43, 45, 47, 51, 53, 55, 57, 59, 71, 73, 75, 77, 79	5
Jeřáb ptačí/JR	01 <sup>*)</sup> , 13, 41, 43, 45, 47, 51, 53, 55, 57, 71, 73, 75, 77, 79	6
Jeřáb břek, břek/BRK	01 <sup>*)</sup> , 25	6
Jeřáb muk, muk/MK	01 <sup>*)</sup> , 25	6
Jilm habrolistý/JL	01 <sup>*)</sup> , 19, 25, 41, 45, 47	6
Jilm horský/JLH	25, 41, 45, 51, 55	6
Jilm vaz/JLV	19, 25, 41, 45	6
Lipa malolistá/LP	01 <sup>*)</sup> , 19, 21, 23, 25, 27, 41, 43, 45, 47, 51, 53, 55, 57	6
Lipa velkolistá/LPV	01 <sup>*)</sup> , 25, 41, 45, 51, 55, 57	6
Modřín opadavý/MD	13, 21, 23, 25, 41, 43, 45, 47, 51, 53, 55, 57, 71, 73, 75	3
Oříšek lepkavý/OL	01 <sup>*)</sup> , 19, 25, 27, 29, 39, 47, 57, 59	4
Oříšek šedý/OLS	01 <sup>*)</sup> , 29, 39, 47, 57, 59, 77, 79	4
Smrk ztepilý/SM	51, 53, 55	4
	39, 57, 59	3,5
	01 <sup>*)</sup> , 71, 73, 75, 77, 79	3
Topol osika/OS	01, 13, 21, 23, 25, 27, 29, 39, 41, 43, 45, 47, 51, 53, 55, 57, 59, 71, 73, 75, 77, 79	4
Třešeň ptačí/TR	25, 45, 55	6
Vrba jíva/JIV	01 <sup>*)</sup>	4
Vrba bílá/VR	19, 29	4

<sup>\*)</sup> Platí pouze pro některé soubory lesních typů zařazené do cílových hospodářských souborů podle přílohy č. 2 k vyhlášce č. 298/2018 Sb.

<sup>\*\*)</sup> Počet kusů sadebního materiálu na 1 ha se odvodí vynásobením minimálních hektarových počtů procentem projektovaného zastoupení dřeviny.

Tabulka 15 - Tabulka č. 1 NV část A – jednotlivé druhy lesních dřevin, příslušné cílové hospodářské soubory a minimální počet jejich jedinců na 1 ha při zalesňování (zdroj: Metodika k provádění nařízení vlády č. 185/2015 Sb. platná pro rok 2020)

Sadebním materiálem lesních dřevin jsou rostliny získané ze semenného materiálu, z částí rostlin nebo z přirozeného zmlazení, které se podle způsobu pěstování člení na semenáčky, sazenice, poloodrostky a odrostky.

1. Semenáček – rostlina vyrostlá ze semene, u níž v průběhu pěstování nebyl upravován kořenový systém (přepichováním, školkováním, podřezáváním kořenů, přesazením do obalů, zakořeňováním).
2. Sazenice – rostlina vypěstovaná ze semenáčku nebo vegetativním množením, u níž byl kořenový systém upravován (přepichováním, školkováním, podřezáváním kořenů, přesazením do obalů nebo zakořeňováním náletových semenáčků) s nadzemní částí o výšce do 70 cm.
3. Poloodrostek – rostlina vypěstovaná dvojnásobným školkováním, podřezáváním kořenů nebo přesazením do obalu, popřípadě kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce u jehličnatých dřevin od 51 cm do 120 cm a u listnatých dřevin o výšce od 81 cm do 120 cm, popřípadě s tvarovanou korunou.
4. Odrostek – rostlina vypěstovaná minimálně dvojnásobným školkováním, podřezáváním kořenů nebo přesazením do obalu, popřípadě kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce od 121 cm do 250 cm a s tvarovanou korunou.

*Tabulka 16 - Tabulka č. 1 NV část B (zdroj: Metodika k provádění nařízení vlády č. 185/2015 Sb. platná pro rok 2020)*

Existuje však celá řada dotací na výsadbu dřevin v krajině. V rámci Ministerstva zemědělství se jedná hlavně o dotace, které jsou cílené primárně přes evropský operační program **Program rozvoje venkova (PRV)**. Mezi hlavní dotace administrované Ministerstvem životního prostředí se řadí národní dotační tituly **Program péče o krajinu (PPK)**, **Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny (POPFK)**. Z dotačních titulů Evropské unie je poskytována dotace například z **Operačního programu Životního prostředí (OPŽP)**. Z dalších dotačních programů to může být **Dotační program Českého svazu ochránců přírody (ČSOP)** nebo dotace obecních či krajských úřadů. V současnosti připravuje MZe s Ministerstvem životního prostředí a ČSAL nové opatření určené pro agrolesnictví v Programu rozvoje venkova (PRV), v rámci, něhož bude počítáno s finanční podporou pro založení a údržbu agrolesnických systémů po dobu 5 let. Toto opatření bude pravděpodobně zavedeno od roku 2022. v rámci nového programového období Společné zemědělské politiky (SZP) 2021-2027. Z výše popsaného vyplývá, že i legislativně, konkrétními právními předpisy, lze do jisté míry zajistit relativně účinnou ochranu půdy.

## 4. DATA A METODIKA

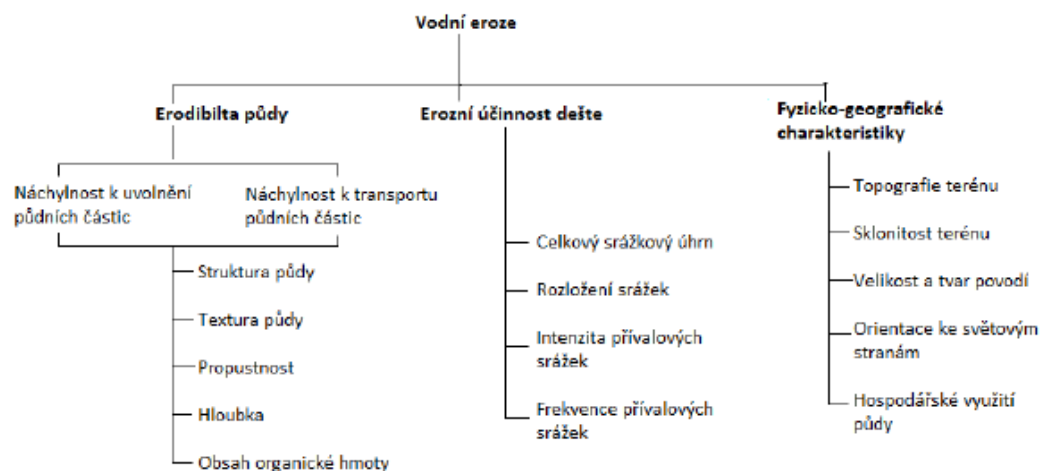
Zpracování vlastní práce bylo ve vazbě na navrženou metodiku rozděleno do tří klíčových etap: analytické (analýza podkladů a dat), hodnotící (vyhodnocení a sestavení dat) a etapy návrhové, která se zabývá návržením a vymezením degradací ohrožených zemědělských ploch vhodných k zalesnění. Analýzy byly prováděny na základě využití databáze půd vhodných k zalesnění v rámci dotačního titulu MZe a databáze erozní ohroženosti zemědělských půd. Veškeré práce byly ve spolupráci s VÚMOP prováděny v prostředí ArcGIS za pomoci poskytnutých dat MZe v rámci Programu rozvoje venkova.

### 4.1. Vodní eroze v mapách

V podmínkách České republiky je dle analýz Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (dále jen VÚMOP, v.v.i.) vodní eroze spolu se „Soil Sealing“ (zastavování území) nejzávažnějším druhem degradace půdy. Vodní erozí je v současné době ohroženo více jak 50 % zemědělské půdy. Následkem erozních událostí dochází hlavně k ekonomickým škodám jako je: zvýšení nákladů na pěstování plodin například z důvodů snížení hektarových výnosů, nutnost čištění vodních toků a nádrží, finanční kompenzace za poškození majetku v důsledku sesuvu půdy, přerážení do jiné BPEJ z důvodu poklesu jednotkové ceny půdy apod.

Díky dlouhodobému celorepublikovému monitoringu eroze je v současné době k dispozici velké množství analýz a statistik vztahujících se k vodní erozi. Princip monitoringu je založen na hlášení, evidenci a vyhodnocování proběhlých erozních událostí. Tyto získané podklady jsou následně prezentovány formou webového portálu VÚMOP, v.v.i. (<https://me.vumop.cz/>). Modelování eroze půdy je klíčové jak pro pochopení erozních procesů, tak pro odhad chování erozních a hydrologických procesů v určitém systému. Existuje několik východisek hodnocení erozního ohrožení půdy. V České republice se pro zjištění možné erozní ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí používá řada metod. Hodnoty přípustné průměrné roční ztráty půdy v důsledku eroze jsou pro účely metodiky stanovovány primárně z pohledu dlouhodobého zachování všech půdních funkcí a její úrodnosti. Za tím účelem jsou nastavena zákonná pravidla a limity, které musí být důsledně

dodržovány všemi subjekty hospodařícími za pomoci podpor z dotačních titulů. Do vývojových modelů vstupují data jako například hloubka půdy, vysoká skeletovitost, výstupy z půdní bonitace, vyjádřené kódem BPEJ atd. (Novotný et al., 2014). Faktory podmiňující vznik eroze půdy znázorňuje obrázek 2.



Obrázek 2 - Primární faktory podmiňující vznik eroze půdy (Zhang et al., 1996)

**Dlouhodobá průměrná ztráta půdy G** je vyjádření potenciální ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí. Vychází z rovnice USLE (Wischmeier a Smith, 1978) s využitím faktoru ochranného vlivu vegetace C podle klimatických regionů. Dlouhodobá průměrná ztráta půdy se počítá pomocí základní operační rovnice empirických modelů – Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE) (Wischmeier a Smith, 1978):

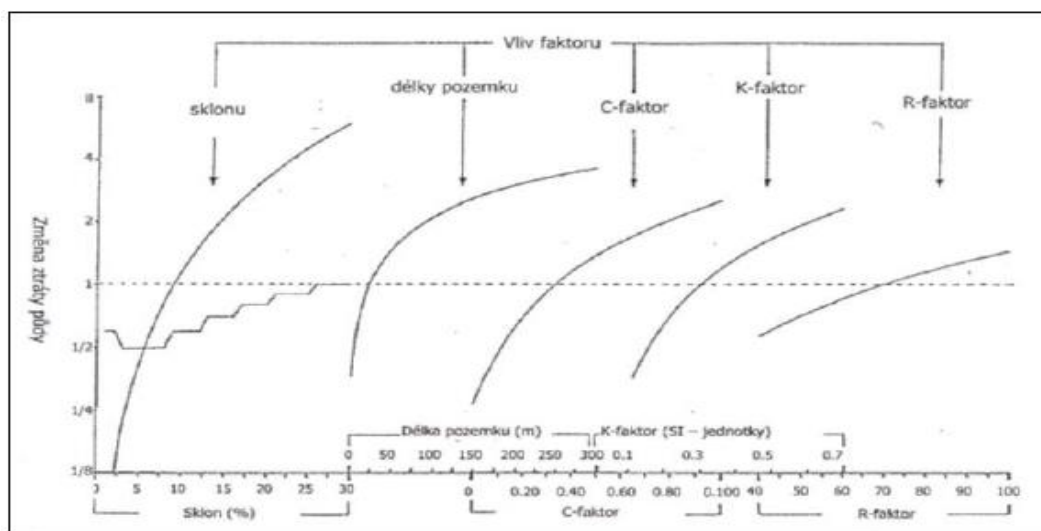
$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

kde:

- **G** = průměrná dlouhodobá ztráta půdy [ $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ],
- **R** = faktor erozní účinnosti deště vyjádřený v závislosti na kinetické energii a intenzitě erozně nebezpečných dešťů [ $MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$ ],
- **K** = faktor erodovatelnosti půdy vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a propustnosti půdního profilu [ $t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot cm^{-1}$ ],

- **L** = faktor délky svahu vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku délky 22,13 m),
- **S** = faktor sklonu svahu vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku sklonu 9 %),
- **C** = faktor ochranného vlivu vegetace vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku s trvalým úhorem),
- **P** = faktor účinnosti protierozních opatření (bezrozměrný – poměr smyvu na jednotkovém pozemku obdělávaném ve směru sklonu pozemku).

Předpokládaný vliv faktorů Univerzální rovnice na výslednou hodnotu ztráty půdy demonstruje obrázek 3 (Janeček et al., 2007).



Obrázek 3 - Vliv faktorů USLE (Janeček et al., 2007)

Doplňující rovnice jsou uplatňovány pro stanovení topografického faktoru LS. Pro určení R faktoru a K faktoru mohou být současně použity další rovnice (Wishmeier et al., 1978). Hodnoty potenciální ohroženosti půdy jsou rozděleny do 6 kategorií viz. tabulka 17.

Kategorie	Hodnoty dlouhodobé průměrné ztráty půdy (G) [ $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ]	Kategorie ohroženosti vodní erozí
1	<1,0	velmi slabě ohrožená
2	1,1-2,0	slabě ohrožená
3	2,1-4,0	středně ohrožená
4	4,1-8,0	silně ohrožená
5	8,1-10,0	velmi silně ohrožená
6	> 10,1	extrémně ohrožená

Tabulka 17 - Hodnoty potenciální ohroženosti půdy (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)

**Topografický faktor délky a sklonu svahu (LS)** vyjadřuje vliv morfolgie terénu na vznik a vývoj erozních procesů. Představuje poměr ztráty půdy na jednotku plochy řešeného svahu ke ztrátě půdy na standardní srovnávací ploše o délce 22,13 m se sklonem 9 %. Jednotlivé kategorie svahů podle LS faktoru jsou uvedeny v tabulce 18.



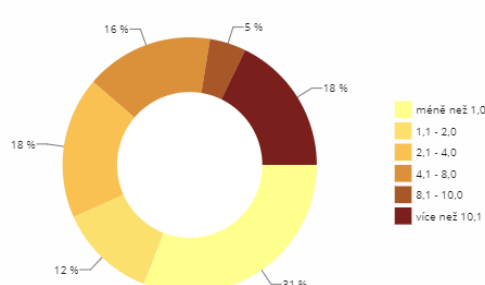
Kategorie	Hodnoty LS faktoru	Míra erozního ohrožení
1	<1,0	svahy bez ohrožení
2	1,1-2,0	svahy náchylné
3	2,1-3,0	svahy mírně ohrožené
4	3,1-5,0	svahy ohrožené
5	5,1-10,0	svahy silně ohrožené
6	> 10,1	svahy nejohroženější

Tabulka 18 - Kategorie svahů podle LS faktoru (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)

Stupně erozního ohrožení vycházejí ze tříd erozního ohrožení a zohledňují povolenou **průměrnou přípustnou roční ztrátu půdy  $G_p$  ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ )**. Stupně kategorizují území podle  $x$ -násobku překročení hodnot přípustného erozního smyvu. Pokud hodnota  $G$  nepřekročí hodnotu  $G_p$ , a platí vztah  $G_p \geq G$ , nedochází na dané lokalitě ke zrychlené erozi. Dojde-li k překročení hodnot přípustné ztráty půdy hodnotami dlouhodobého průměrného smyvu půdy, tedy  $G_p < G$  dojde vlivem vodní eroze k nadlimitní ztrátě půdy a v důsledku toho ke ztrátě funkcí půdy a snížení její úrodnosti. Hodnoty přípustné ztráty erozí jsou stanoveny primárně z pohledu dlouhodobého zachování půdních funkcí a úrodnosti půdy. Hloubka půdy je určována za pomoci mocnosti půdního profilu, která je omezována skalním podkladem či vysokou skeletovitostí, a to na základě bonitace půdy vyjádřené kódem BPEJ. V systému BPEJ je hloubka půdy vyjádřena 5. číslicí sdruženého kódu BPEJ pro skeletovitost a hloubku půdy. (Novotný et al., 2017). Přípustnou ztrátu půdy  $G_p$  erozí podle hloubky uvedenou v tabulce 19 definoval Janeček ve své metodice (Janeček et al., 2012).

Hloubka půdy	Kód kombinace skeletovitosti a hloubky půdy (5. číslice kódu BPEJ)	Přípustná ztráta půdy erozí [ $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ]
mělká (<30 cm)	5,6	doporučeno převést do TPP
Středně hluboká (30-60 cm) a hluboká (<60 cm)	0, 1, 2, 3, 4, 7	4, 0

Tabulka 19 - Přípustná ztráta půdy  $G_p$  erozí podle hloubky půdy (zdroj: Janeček et al., 2012; Novotný et al., 2017)



Dlouhodobá průměrná ztráta půdy (G)

Potenciální ohroženost zemědělské půdy vodní erozí – vyjádřená dlouhodobým průměrným smyvem půdy (G) vychází z rovnice USLE (Wischmeier a Smith, 1978) s využitím faktoru ochranného vlivu vegetace C podle klimatických regionů. Vyjadřuje hodnoty dlouhodobého průměrného smyvu půdy (G) v rozlišení 5 m pro jednotlivé produkční bloky LPIS.

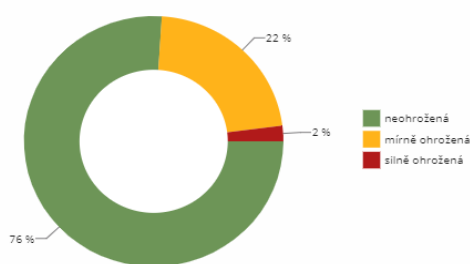
Obrázek 4 - Statistické vyhodnocení potenciální ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí v roce 2019 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)

**Standardy Dobrého zemědělského a enviromentálního stavu půdy** (dále jen **DZES**) zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí a jsou součástí Cross Compliance (kontrola podmíněnosti). Podrobné nástroje a detailní podmínky sedmi standardů jsou popsány v Metodické příručce MZe o ochraně proti erozi zemědělské půdy (Novotný et al., 2017). Z pohledu erozní ohroženosti je důležitý DZES 4, jehož cílem je ponechání minimálního pokryvu půdy v období po sklizni a v mimovegetačním období, a to z důvodu zamezení povrchového odtoku vody, proti působení vodní a větrné erozi a uchování půdní vláhové bilance. Klíčový je pak standard **DZES 5**. Jeho cílem je ochrana půdy před vodní erozí a předcházení důsledků eroze. Podmínky tohoto standardu se vztahují na veškerou zemědělskou půdu.

V rámci protierozní ochrany jsou stanoveny požadavky na způsob pěstování vybraných hlavních plodin na silně nebo mírně ohrožených plochách, které jsou

evidovány ve veřejném registru Land Parcel Information System (informační systém, dále jen LPIS), jehož správu zajišťuje MZe, respektive Státní zemědělský intervenční fond (dále jen SZIF). Základní jednotkou **LPIS** je tzv. půdní blok (PB), respektive díl půdního bloku (DPB). Půdním blokem se rozumí souvislá zemědělsky využívaná plocha o minimální výměře 0,1 ha, která je v terénu zřetelně oddělena například hranicí lesa.

**Kategorie erozní ohroženosti DZES 5** (tabulka 20) se odvozuje přímo z podkladové vrstvy  $C_p \cdot P_p$ . Výpočet vrstvy vychází z Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE). Výsledná hodnota  $C_p \cdot P_p$  vyjadřuje míru ohroženosti území vodní erozí za pomoci maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření. Výpočet v sobě zahrnuje vliv faktoru sklonitosti svahu, erodovatelnosti půdy, faktor délky svahu po spádnicí a faktor erozní účinnosti přívalového deště, které již byly určeny na základě informací z BPEJ, digitálního modelu terénu DMT, vrstvy LPIS a Základní databáze geografických dat ČR (Novotný et al., 2017).



Ohroženost dle DZES 5

*Na základě rámce stanoveného v příloze č. III nařízení Rady (ES) č. 73/2009 MZe a nařízení vlády 309/2014 Sb. definuje Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES, dříve GAEC) jako standardy, které zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí (ŽP). Hospodaření v souladu se standardy DZES je jednou z podmínek poskytnutí plné výše přímých plateb a některých dalších zemědělských podpor.*

Obrázek 5 - Statistické vyhodnocení potenciální ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí v roce 2019 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)

Hodnota  $C_p \cdot P_p$

Kategorie erozní ohroženosti

do 0,1

silně erozně ohrožená (SEO)

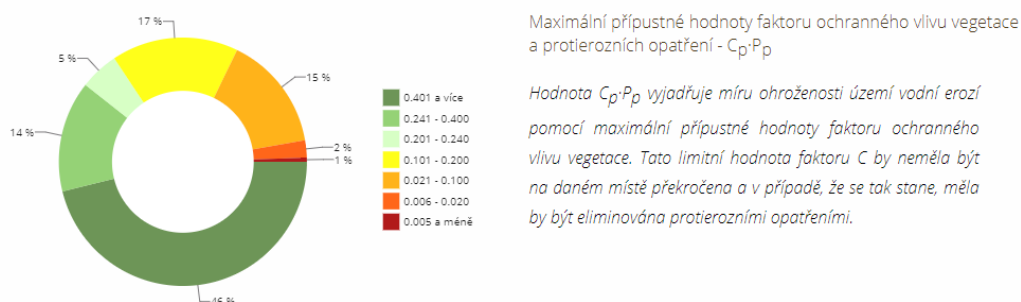
0,1-0,4

mírně erozně ohrožená (MEO)

nad 0,4

erozně neohrožená

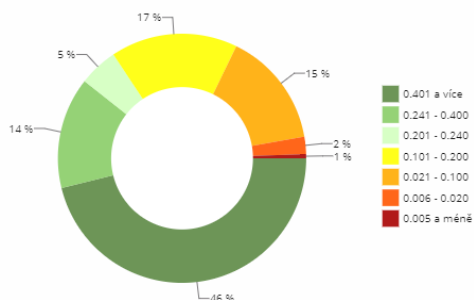
Tabulka 20 - Kategorie erozní ohroženosti dle DZES 5 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)



Obrázek 6 - Statistické vyhodnocení potenciální ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí v roce 2019 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)

Zařazení DBP LPIS a dílčích ploch do kategorií erozní ohroženosti je prováděno dle tří kritérií uvedených níže, přičemž platí, že se použije nejvíce ohrožená varianta:

- **zařazení plochy do kategorie SEO:**
  - plocha má podíl výměry SEO nad 50 % celkové výměry, nebo
  - plocha má souvislou výměru SEO nad 2 ha,
- **zařazení plochy do kategorie MEO:**
  - plocha nesplňuje podmínky pro zařazení do kategorie SEO,
  - celková výměra SEO a MEO je nad 50 % celkové výměry nebo
  - souvislá plocha kategorií SEO a MEO je nad 2 ha,
- **zařazení plochy do kategorie NEO:**
  - plocha nesplňuje podmínky pro zařazení do SEO ani do MEO kategorií.



Maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření -  $C_p \cdot P_p$

*Hodnota  $C_p \cdot P_p$  vyjadřuje míru ohroženosti území vodní erozí pomocí maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace. Tato limitní hodnota faktoru C by neměla být na daném místě překročena a v případě, že se tak stane, měla by být eliminována protierozními opatřeními.*

Obrázek 7 - Statistické vyhodnocení potenciální ohroženosti zemědělské půdy vodní erozí v roce 2019 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)

## 4.2. Větrná eroze v mapách

Stanovení míry potenciální ohroženosti zemědělské půdy větrnou erozí je téma stejně aktuální jako u vodní eroze. Při soudobém směru hospodaření lze předjímat, že nebezpečí větrné eroze bude v budoucnu narůstat.

V roce 2019 došlo ve vazbě na nové poznatky k přepracování vrstvy potenciální ohroženosti větrnou erozí. Nově byla do výpočtu zahrnuta dvě rizika, výskyt prísušků (z důvodu, že pro výskyt větrné eroze je zásadní povrchová vlhkost půd) a větrné podmínky. Tato vrstva byla vytvořena na základě použitých dat rychlostí větru za období 2006-2014. Výchozí vstupní vrstvou jsou BPEJ a z ní odvozená potenciální ohroženost lehkých půd na základě jejich půdních vlastností. Druhou vstupní vrstvou tvoří certifikovaná mapa potenciální náchylnosti těžkých půd k větrné erozi (Geoportal VÚMOP, 2021). Výpočet větrné eroze se stanovuje jen na orné půdě dle LPIS a celkem je ustanoveno šest kategorií erozní ohroženosti. Detailnější přehled v tabulce 21.

Kategorie	Koeficient ohroženosti	Stupeň ohroženosti
1	<=4,0	bez ohrožení
2	4,1-6,0	půdy náchylné
3	6,1-9,0	půdy mírně ohrožené
4	9,1-13,0	půdy ohrožené
5	13,1-16,0	půdy silně ohrožené
6	> 16,0	půdy nejohroženější

Tabulka 21 - Kategorie ohroženosti (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)



Obrázek 8 - Statistické vyhodnocení potenciální ohroženosti zemědělské půdy větrnou erozí v roce 2019 (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)

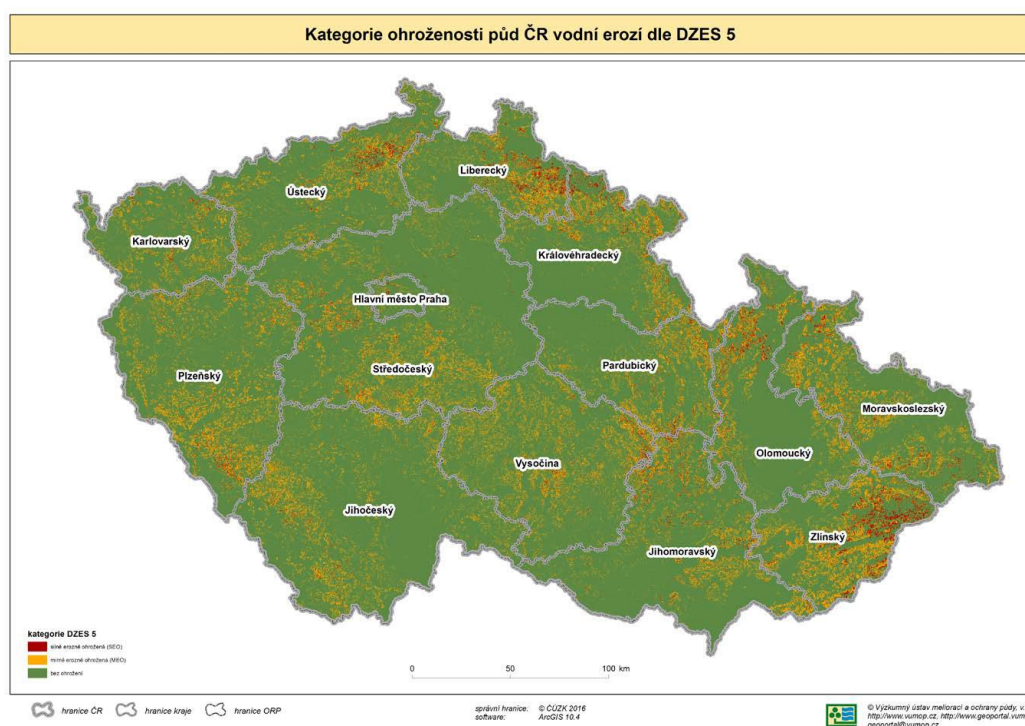
### 4.3. Vrstva erozní ohroženosti půd České republiky vodní erozí

Pro potřeby GAEC (Dobrý zemědělský a ekologický ústav) byla v roce 2009 vytvořena vrstva **erozní ohroženosti půd ČR vodní erozí**. Tato vrstva vznikla na základě výsledků výzkumné a vývojové činnosti ve VÚMOP, v.v.i. a je z ní možné snadno identifikovat silně erozně ohrožené plochy, mírně erozně ohrožené plochy a plochy neohrožené. Vrstva vznikla výpočtem rovnice USLE. Jednotlivé faktory vstupních vrstev byly určeny na základě informací z databáze BPEJ, digitálního

modelu terénu DMT, pomocí vrstvy LPIS a databáze ZAGABED. Potřebné korekce a opravy byly provedeny pomocí nástrojů GIS (Spatial Analyst).

Odborný obsah byl vymezen na základě analýzy Maximálních přípustných hodnot  $C_p$  po zohlednění dalších aspektů a **vymezen vrstvami**:

- maximálně přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření ( $C_p \cdot P_p$ ),
- DZES 5,
- dlouhodobá průměrná ztráta půdy G
- faktor délky a sklonu (LS).



Obrázek 9 - Kategorie ohroženosti půd vodní erozí dle DZES 5 (zdroj VÚMOP, v.v.i)

#### 4.4. Vrstva vhodného zalesnění zemědělské půdy

Pro potřeby státní správy MZe byla vytvořena vrstva „**Vymezení zemědělských půd vhodných pro zalesnění**“. Tato vrstva představuje potenciální rozlohu území, na které je možné žádat o dotaci na zalesnění. Zemědělská půda vhodná k zalesnění byla vytvořena na podkladech vybraných stanovištních

podmínek (BPEJ) v kombinaci s užitím topografického modelu (DMT) a redukována způsobilou plochou pro výpočet eroze (Vopravil et al, 2016).

Odborný obsah byl vymezen na základě datových podkladů uvedených v tabulce 22 a vymezen níže uvedenými kritérii:

- **Podklady vrstvy**
  - bonitované půdně ekologické jednotky – BPEJ (©VÚMOP, v.v.i. 2014),
  - plocha způsobilá pro výpočet eroze (©VÚMOP, v.v.i.),
  - digitální model terénu s rozlišením 5 m – DMT (© GEODIS),
  - správní hranice (© ČÚZK 2014),
- **Vznik vrstvy**
  - metodou multikriteriální analýzy na základě Boleanského přístupu s logickým operátorem „OR“,
  - použité atributy: hloubka půdy menší než 30 cm, skeletovitost půdy větší než 25 %, sklon svahu vyšší než 10°, půdy zamokřené a strže,
- **Celková rozloha**
  - Plocha zemědělské půdy vhodné k zalesnění činí 1 297 699 ha.

MZe – 937 kódů + DMT	Kategorie erozní ohroženosti
sklon >10°	Z DMT
mělká půda	KH 5, 6
skelet >25 %	KH 3, 4, 6, 8, 9
zamokřené půdy a strže	HPJ 64-78

Ořezáno vrstvou propustnosti.

*Tabulka 22 - Datové podklady pro vymezení vrstvy zemědělských půd vhodných k zalesnění (zdroj: VÚMOP, v.v.i.)*



Plocha zemědělské půdy vhodná k zalesnění byla vymezena booleánskou metodou s operátorem „OR“ (sjednocení). **Booleánský přístup** se zakládá na logické hodnotě pravda/nepravda. Tento přístup je častokrát používán ve vektorovém systému, kdy je každý z faktorů v GIS reklasifikován a vyobrazen v podobě polygonové vrstvy s hodnotami 1 - podmínka splněna a 0 - podmínka nesplněna. Výstupem je v tomto případě sjednocení všech vrstev pomocí operátoru „OR“. To znamená, že plocha bude vhodná, pokud minimálně 1 faktor, který se na ní nachází, bude hodnocen jako vhodný. Nastane-li, že některé faktory budou nevhodné, vykompenzuje to vhodnost, byť jediného jiného faktoru (Kalogirou, 2002). Všechny faktory, které byly použity pro vydefinování základní vrstvy zemědělských půd vhodných k zalesnění vychází z kódu BPEJ. Jedná se o faktory obsah skeletu, sklonitost stanoviště spolu s hloubkou a expozicí půdního profilu. Členění bylo provedeno záměrně z důvodu ujímání případných nových lesních výsadeb a trvalosti porostu, včetně jeho odolnosti vůči vnějším posuzovaným faktorům prostředí. Současně byla posouzena i problematika hydromorfismu lokality.

**Hloubku půdního profilu** charakterizuje mocnost půdního profilu. Je dána výskytem souvislého skalního podloží a přítomností nepřerušené a jasně skeletovité vrstvy anebo trvalé hladiny podzemní vody v profilu na konvenční hloubku 150 cm. V této hloubce dochází k nejvýraznějšímu kořenění většiny rostlin, akumulaci vody, vzduchu, živin i teploty. Hloubka půdy je tedy jedním z podstatných ukazatelů produkční schopnosti půdy a jejích přidružených funkcí. Z pohledu vhodnosti zalesnění se za limitní hloubku považuje hloubka menší než 30 cm. Podle systému BPEJ se jedná o mělké půdy. Hloubka půdního profilu má podstatný vliv i na růst dřevin, kdy v případě, že je jeho mocnost nízká omezuje pronikání kořenů dřevin do spodních vrstev a dochází k omezení využití půdních živin a přijímání půdní vláhy. Takováto stanoviště jsou díky mělké kořenové vrstvě náchylná k vývrátům stromů. Proto je v těchto případech kladen vysoký důraz na výběr vhodných dřevin s dostatečně rozvinutým kořenovým systémem a současně odolným vůči vývrátům.

**Skeletovitost** vyjadřuje souhrnné hodnocení šterkovitosti a kamenitosti podle jejich obsahu v ornici a podornici. Obsahuje půdní částice větší jak 2 mm. Výskyt

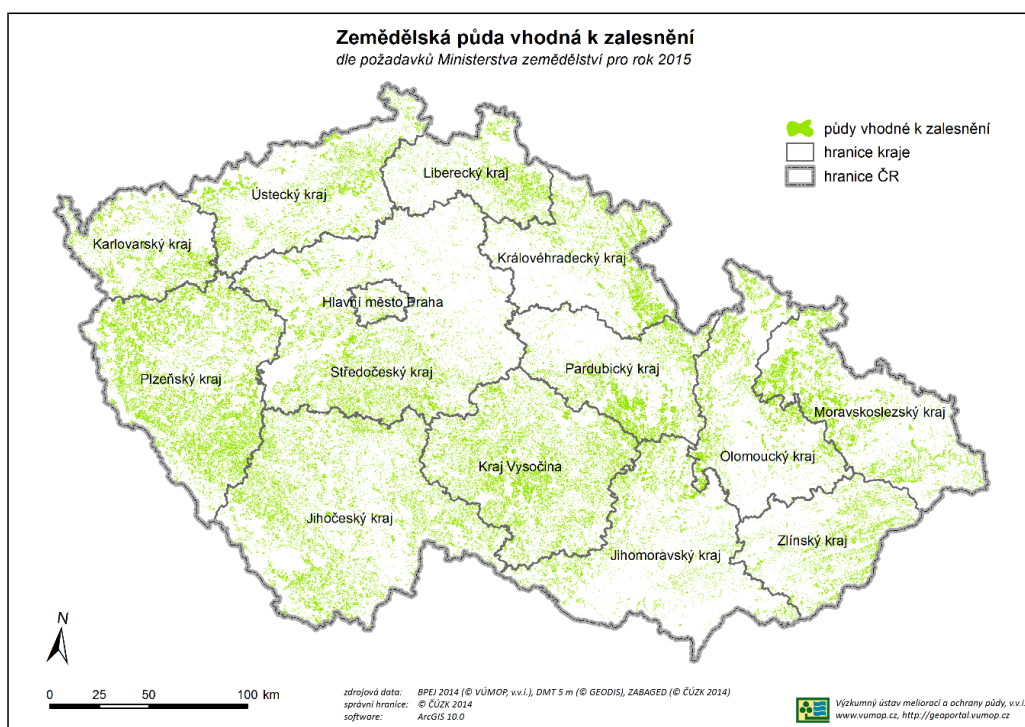
skeletu v půdě význačně ovlivňuje další půdní vlastnosti a charakteristiky především vodní kapacitu, infiltraci, objemovou hmotnost nebo náchylnost k erozi a teplotu půdy. Tím dochází k ovlivňování hydrologického chování půdy, k její degradaci a ztrátě produktivity. Výskyt vyššího obsahu skeletu zabraňuje pronikání kořenů rostlin, znesnadňuje jejich ujímání a mimo jiné i výrazně ovlivňuje zemědělsko-technické práce. Jako limitní pro vhodnost k zalesnění se uvažuje obsah skeletu nad 50 %. Z pohledu zalesnění se při vyšším obsahu skeletu v mnoha případech jedná o extrémní stanoviště, která snesou jen určité typy lesních porostů. Důležitý je vlastní původ, složení a zvětrání půdního skeletu hlavně z pohledu živinného režimu a půdní kyselosti. Všechny zmíněné informace jsou obsaženy ve vlastním kódu hlavní půdní jednotky (HPJ) v rámci použitého systému BPEJ.

**Sklonitost a expozice** půdy ovlivňuje zemědělskou produkci hlavně z pohledu vodní eroze a užití zemědělské techniky. Z hlediska vhodnosti pro zalesnění je za limitní uvažován sklon nad 12°, kdy už na zemědělské půdě dochází k mohutné erozi, k vysokému odtoku srážkové vody a pohybu živin. Z pohledu zalesnění jsou extrémní sklonité polohy přijatelné jen pro určité lesní ekosystémy, které mají navíc díky svému kořenovému systému ochránit půdu před erozí a sesuvy. Z hlediska stabilizace svahu je zde tedy lesní porost podstatným faktorem.

**Expozice** vyjadřuje polohu lokality BPEJ ku světovým stranám. Při faktickém vymezování expozice je její zohledněn prokazatelný vliv na produkční schopnost půd až od třetího stupně sklonitosti (> 7°). Pouze v některých případech (lehké půdy, velmi těžké půdy a další) je uvažován vliv expozice od druhého stupně sklonitosti. V klimatických regionech 0–5 se jako nevhodná hodnotí jižní expozice, v klimatických regionech 6–9 se hodnotí jako negativní severní expozice. Z pohledu vhodnosti k zalesnění se jako limitní uvažuje negativní expozice dle klimatického regionu pro sklony 7–12°.

Výskyt **zamokření a strží** je dalším kritériem pro výběr ploch vhodných k zalesnění. Charakteristickým představitelem této skupiny půd jsou gleje a stagnogleje. Glej je geneticky půdní typ, pro který je typická vysoká hladina podzemní vody. Stagnogleje jsou charakterizovány velice dlouhou dobou povrchového převlhčení profilu. Do skupiny trvale zamokřených půd se řadí HPJ

64–76 (zkulturnělé hydromorfní půdy), HPJ 66–69 (půdy rovinných celků a depresních poloh), HPJ 70–72 (hydromorfní půdy nívních poloh), HPJ 73 a 74 (hydromorfní půdy svahů), HPJ 75 a 76 (katény, vyskytující se převážně na kratších svazích nebo v dolních částech svahů). Výběr kódů BPEJ pro zamokřené stanoviště souvisí zejména se sníženou produkční schopností a s obtížným obděláváním těchto typů půd. Nadto jsou půdy s dlouhodobě nepříznivým hydrickým režimem propojeny s vodními kolektory a krajinně tak slouží jako vodní recipient. Tyto půdy je nutné chránit a jednou z vhodných variant ochrany je právě jejich zalesnění. Mezi strže byly zařazeny HPJ 77 a 78. Volba půd s kódy BPEJ pro strže je doporučena pro zalesnění z důvodu ochrany půdy před možnými projevy půdní nestability.



Obrázek 10 - Vymezení zemědělských půd vhodných k zalesnění (Beitlerová et al., 2015)

#### **4.5. Vymezení vrstvy zemědělských půd ohrožených erozí vhodných k zalesnění a vyhodnocení**

Po získání, přípravě a analyzování všech vstupních dat poskytnutých z databází MZe a VÚMOP, v.v.i. byly provedeny syntézy v programu ArcGIS Pro. Hlavním výstupem je specializovaná mapa vymezující zemědělské půdy ohrožené erozí vhodné k zalesnění, vytvořená na základě dostupných podkladových vrstev. Současně bylo vyhodnoceno zastoupení jednotlivých kategorií ohroženosti na ploše vhodné k zalesnění.

#### **4.6. Terénní ověření**

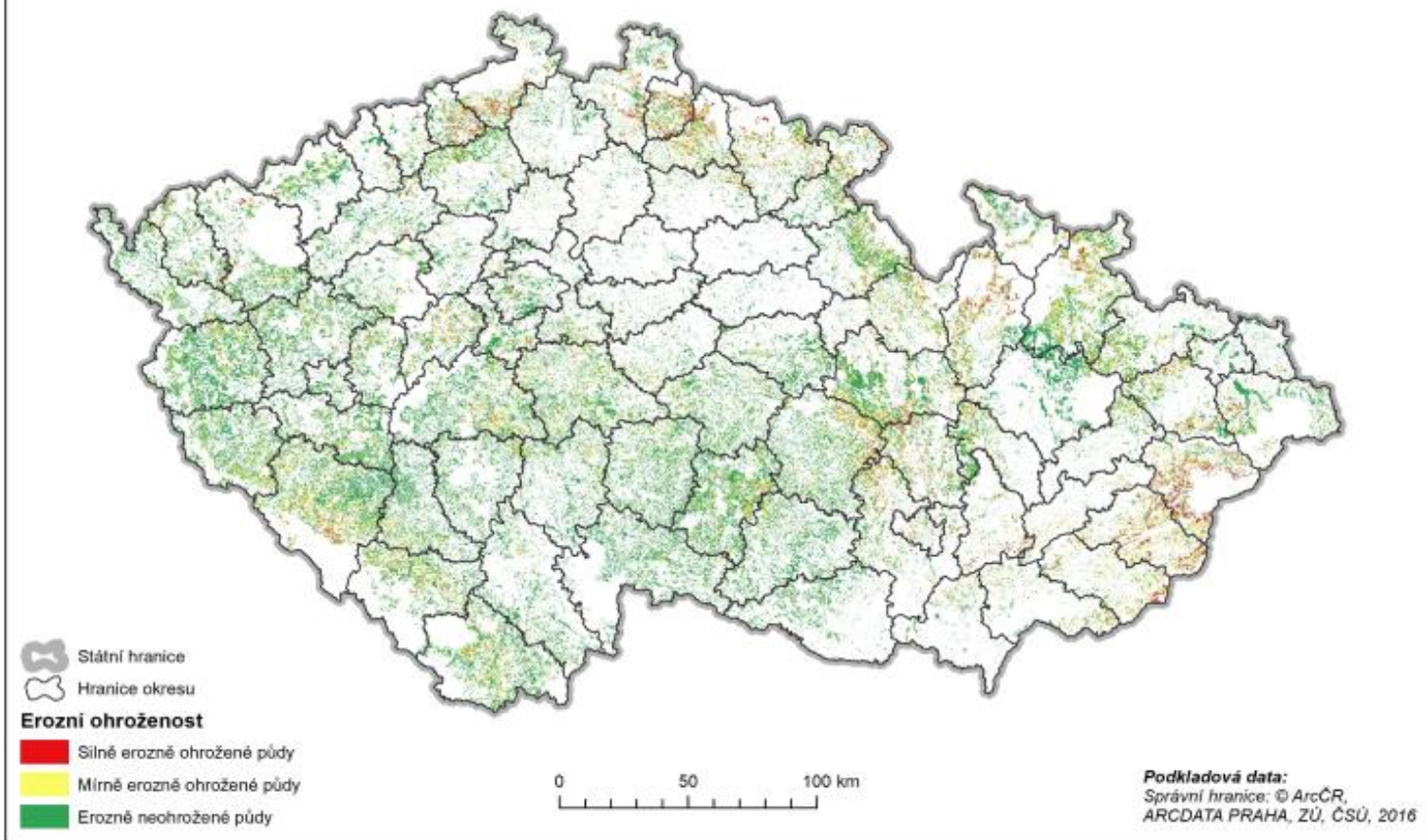
Po vymezení ploch zemědělské půdy ohrožené erozí vhodné k zalesnění, bylo vytipováno 5 lokalit, na kterých byla ověřena erozní ohroženost na základě výpočtu dlouhodobé ztráty půdy, která je dostupná na webovém portále SOWAC GIS. Dále byl proveden půdní průzkum, v rámci, kterého bylo ověřeno, zda vymezení ploch vhodných k zalesnění odpovídá vybrané BPEJ. Vzorek půdy byl odebrán sondovací tyčí a vyhodnocen.

## **5. VÝSLEDKY**

### **5.1. Mapa zemědělských půd ohrožených erozí vhodných k zalesnění**

Specializovaná mapa „Zemědělské půdy ohrožené erozí vhodné k zalesnění“ vznikla syntézou vrstev, kdy byla základní plocha zemědělských půd vhodných k zalesnění proložena vrstvou erozní ohroženosti zemědělských půd (s atributy DZES 5) a překryta vrstvou okresů. Výsledná mapa tak udává, kam v rámci základní plochy směřovat zalesnění prioritně s přihlédnutím ke stabilizaci degradovaných půd.

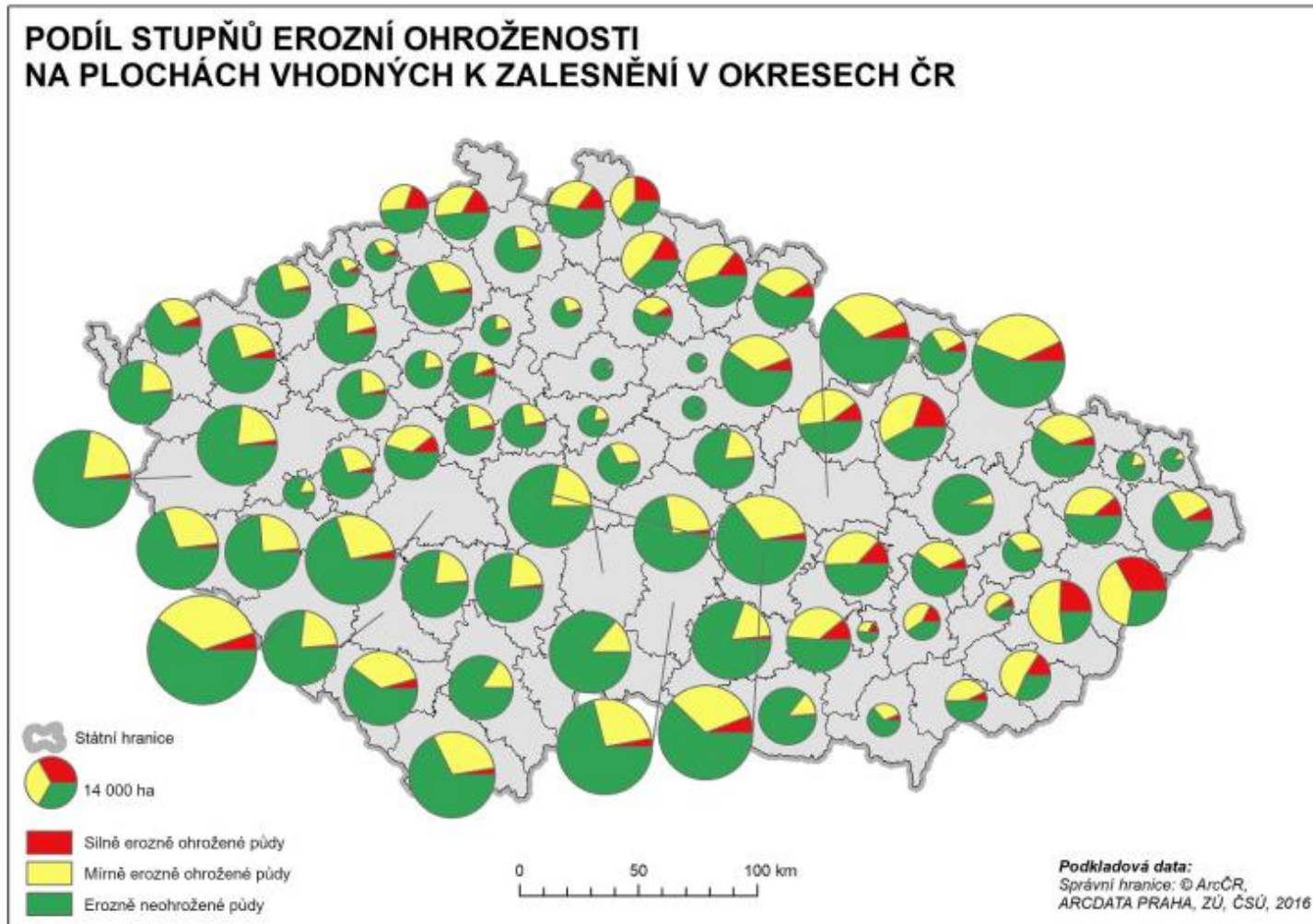
## EROZNÍ OHROŽENOST PLOCH VHODNÝCH K ZALESNĚNÍ



Obrázek 11 - Vymezení zemědělských půd vhodných k zalesnění ohrožených erozí



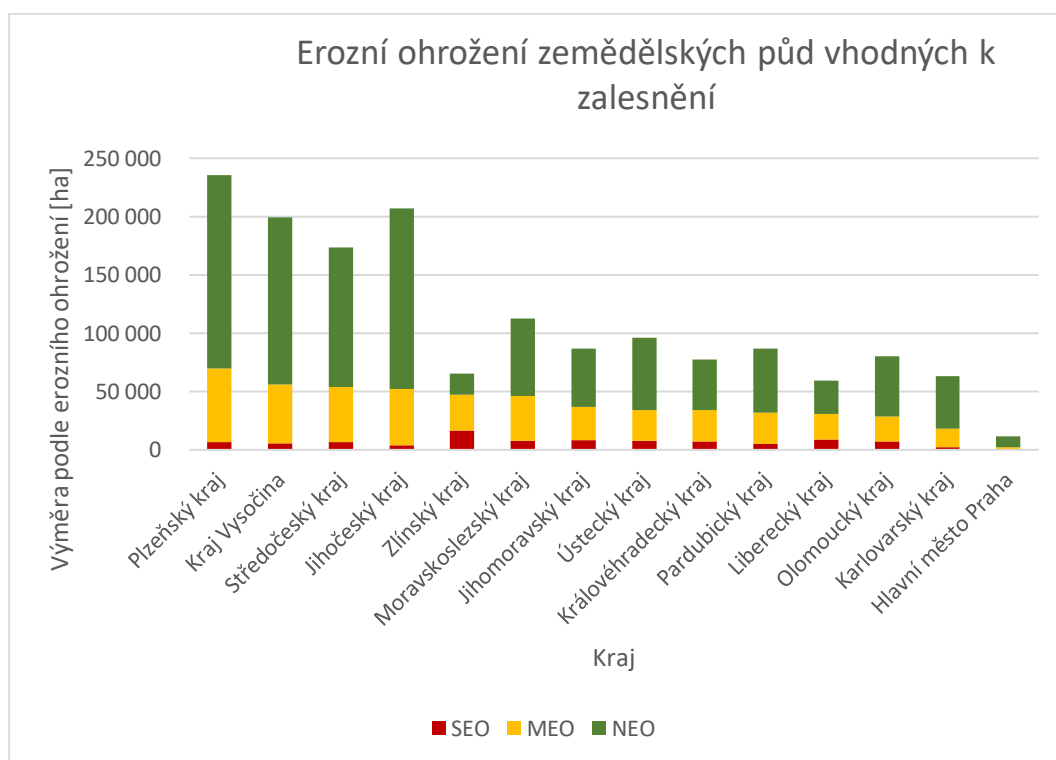
## 5.2. Vyhodnocení ohrožených oblastí dle DZES



Obrázek 12 - Podílové vyjádření stupňů ohroženosti na plochách vhodných k zalesnění

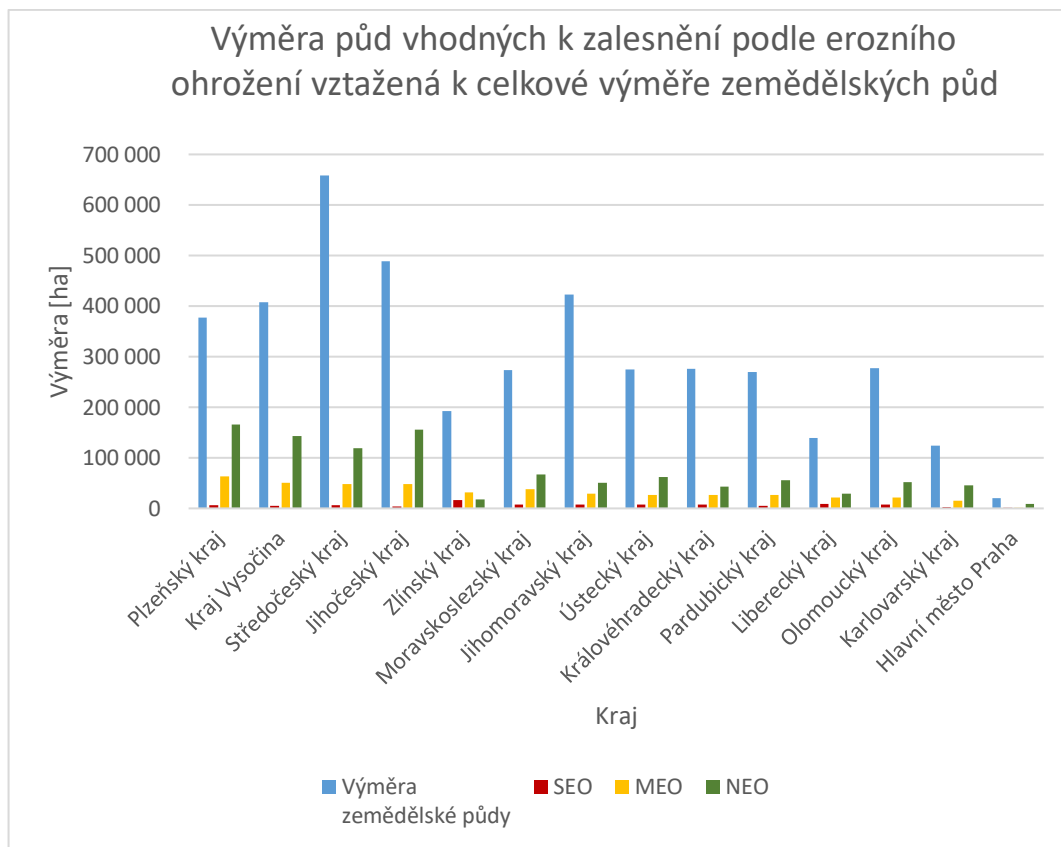
Kraj	Celková výměra kraje [ha]	Výměra zemědělské půdy [ha]	Zemědělská půda vhodná k zalesnění [ha]				
			SEO	MEO	NEO	Erozně ohrožená	Celkem
Plzeňský kraj	764 896	377 106	6 722	62 936	166 031	69 658	235 689
Kraj Vysočina	679 575	408 170	5 475	50 476	143 439	55 951	199 390
Středočeský kraj	1 092 842	658 610	6 393	47 591	119 550	53 983	173 533
Jihočeský kraj	1 005 801	488 927	3 828	48 187	155 165	52 016	207 181
Zlínský kraj	396 305	192 586	16 357	31 078	17 951	47 435	65 386
Moravskoslezský kraj	543 049	273 234	7 952	38 011	66 643	45 964	112 606
Jihomoravský kraj	718 801	423 318	8 237	28 628	50 162	36 866	87 027
Ústecký kraj	533 863	274 777	7 711	26 632	61 673	34 343	96 016
Královéhradecký kraj	475 906	276 653	7 048	26 969	43 588	34 017	77 605
Pardubický kraj	451 915	270 081	5 148	26 646	55 242	31 794	87 035
Liberecký kraj	316 339	139 273	9 050	21 499	28 953	30 549	59 503
Olomoucký kraj	527 152	277 318	7 070	21 644	51 336	28 714	80 049
Karlovarský kraj	331 036	124 028	2 523	15 771	45 048	18 294	63 342
Hlavní město Praha	49 621	19 649	651	1 842	8 893	2 492	11 385
<b>Celkový součet</b>	<b>7 887 101</b>	<b>4 203 730</b>	<b>94 165</b>	<b>447 909</b>	<b>1 013 673</b>	<b>542 074</b>	<b>1 555 747</b>

Tabulka 23 - Výměra zemědělských půd vhodných k zalesnění [ha]



Graf 1 - Erozní ohrožení zemědělských půd vhodných k zalesnění

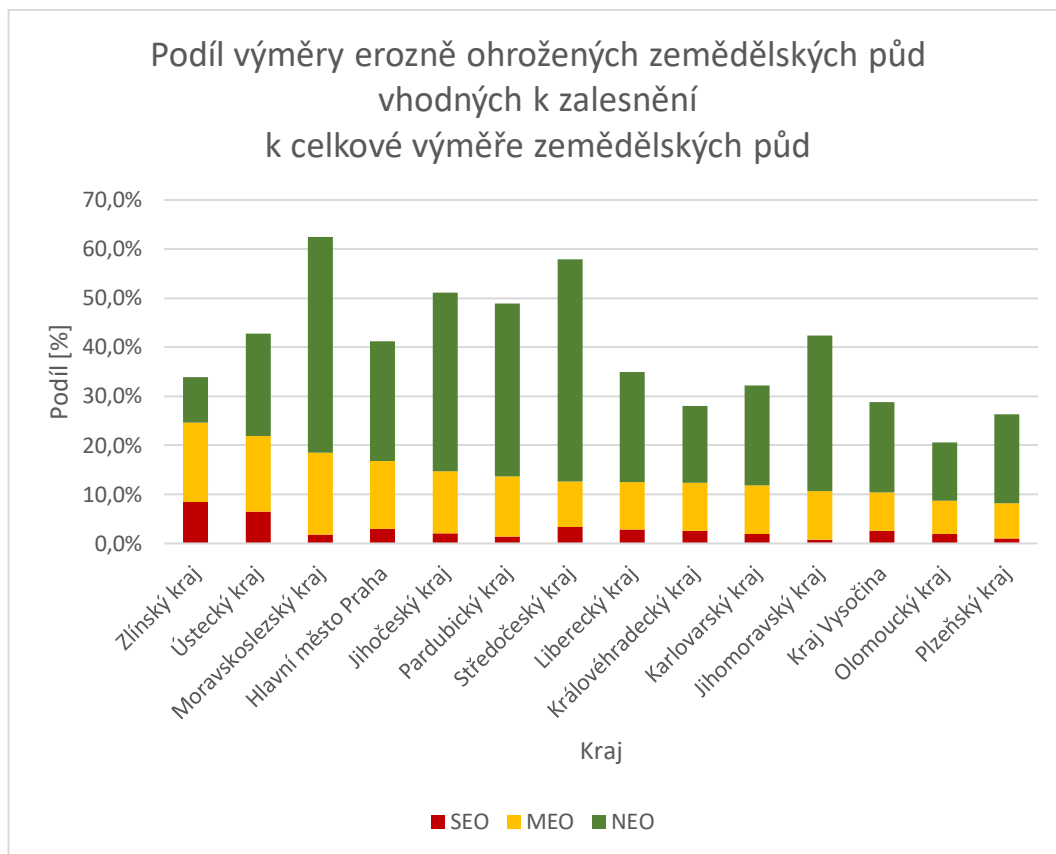




Graf 2 - Výměra půd vhodných k zalesnění podle erozního ohrožení vztahená k celkové výměře zemědělských půd

Kraj	SEO [%]	MEO [%]	NEO [%]	Erozně ohrožená	Celkem [%]
Zlínský kraj	8,5	16,1	9,3	24,6	34,0
Ústecký kraj	6,5	15,4	20,8	21,9	42,7
Moravskoslezský kraj	1,8	16,7	44,0	18,5	62,5
Hlavní město Praha	2,9	13,9	24,4	16,8	41,2
Jihočeský kraj	2,0	12,7	36,3	14,7	51,1
Pardubický kraj	1,3	12,4	35,1	13,7	48,8
Středočeský kraj	3,3	9,4	45,3	12,7	57,9
Liberecký kraj	2,8	9,7	22,4	12,5	34,9
Královéhradecký kraj	2,5	9,7	15,8	12,3	28,1
Karlovarský kraj	1,9	9,9	20,5	11,8	32,2
Jihomoravský kraj	0,8	9,9	31,7	10,6	42,4
Kraj Vysočina	2,5	7,8	18,5	10,4	28,9
Olomoucký kraj	1,9	6,8	11,8	8,7	20,6
Plzeňský kraj	1,0	7,2	18,2	8,2	26,3
<b>Celkový součet</b>	<b>2,2</b>	<b>10,7</b>	<b>24,1</b>	<b>12,9</b>	<b>37,0</b>

Tabulka 24 - Podíl půdy vhodné k zalesnění k výměře zemědělské půdy [%]



Graf 3 - Podíl výměry erozně ohrožených zemědělských půd vhodných k zalesnění

Kraj	Okres	Výměra [ha]	Zemědělská půda [ha]	Zemědělská půda vhodná k zalesnění [ha]				
				SEO	MEO	NEO	Erozně ohrožená	Celkem
Plzeňský kraj	Klatovy	194 557	89 462	3 333	22 573	38 400	25 906	64 306
Moravskoslezský kraj	Bruntál	153 664	70 376	3 254	17 335	25 981	20 589	46 570
Zlínský kraj	Vsetín	114 284	40 476	8 390	10 187	6 921	18 577	25 499
Kraj Vysočina	Žďár nad Sázavou	157 866	87 592	2 804	15 320	29 815	18 124	47 939
Zlínský kraj	Zlín	103 350	47 108	5 329	11 526	4 993	16 855	21 848
Pardubický kraj	Svitavy	137 865	82 898	2 680	13 519	26 779	16 200	42 979
Středočeský kraj	Benešov	147 485	90 361	1 067	14 125	27 834	15 191	43 025
Kraj Vysočina	Jihlava	119 925	70 196	1 410	12 744	34 912	14 154	49 067
Olomoucký kraj	Šumperk	131 306	55 799	4 725	9 132	10 101	13 857	23 959
Středočeský kraj	Příbram	156 290	74 545	1 386	11 610	30 220	12 996	43 216
Jihočeský kraj	Český Krumlov	161 366	56 858	1 022	11 934	27 130	12 956	40 086
Jihočeský kraj	Prachatice	137 674	49 326	1 288	10 511	17 830	11 800	29 629
Plzeňský kraj	Tachov	137 846	65 491	920	10 529	39 423	11 449	50 871
Pardubický kraj	Ústí nad Orlicí	126 743	74 599	2 191	9 091	10 431	11 282	21 713
Královéhradecký kraj	Trutnov	114 672	49 556	2 962	8 221	9 600	11 182	20 783
Jihomoravský kraj	Blansko	86 244	40 087	2 871	8 260	10 906	11 131	22 037
Plzeňský kraj	Domažlice	112 347	59 314	663	10 439	25 050	11 102	36 152
Liberecký kraj	Semily	69 896	37 097	2 878	8 031	6 606	10 909	17 515
Královéhradecký kraj	Rychnov nad Kněžnou	98 207	52 242	1 624	9 245	16 121	10 869	26 990
Jihomoravský kraj	Brno-venkov	149 899	84 076	2 464	8 283	11 494	10 747	22 241
Zlínský kraj	Uherské Hradiště	99 115	56 941	2 230	7 227	4 344	9 457	13 801
Kraj Vysočina	Havlíčkův Brod	126 503	79 050	555	8 271	22 765	8 826	31 591

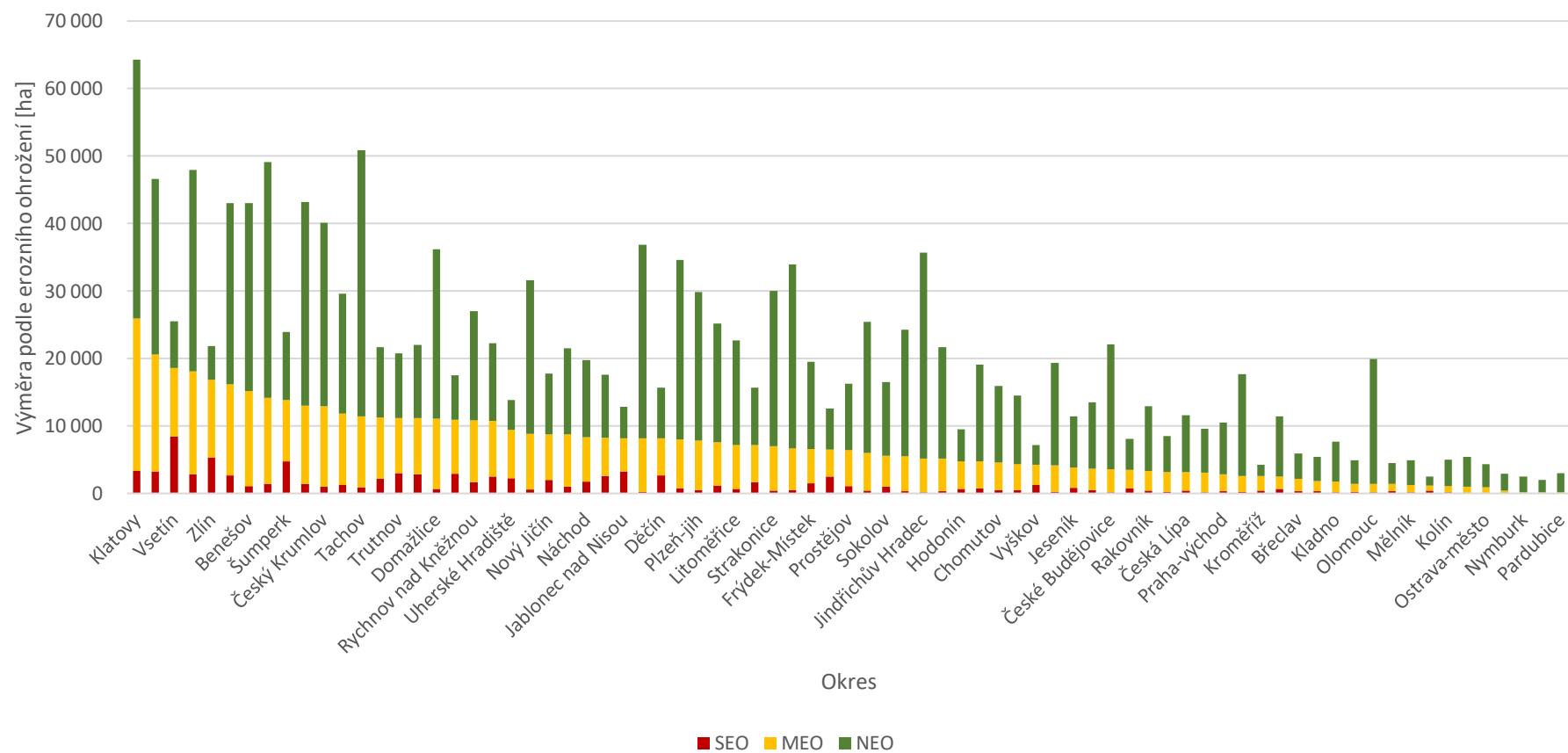
Moravskoslezský kraj	Nový Jičín	88 182	56 122	1 994	6 783	9 013	8 777	17 789
Moravskoslezský kraj	Opava	111 584	68 378	1 039	7 729	12 750	8 768	21 517
Královéhradecký kraj	Náchod	85 175	52 227	1 732	6 566	11 442	8 298	19 740
Liberecký kraj	Liberec	98 932	46 684	2 567	5 702	9 314	8 269	17 583
Liberecký kraj	Jablonec nad Nisou	40 225	12 781	3 224	4 972	4 642	8 197	12 839
Kraj Vysočina	Pelhřimov	129 005	78 283	207	7 956	28 663	8 163	36 827
Ústecký kraj	Děčín	90 877	36 264	2 624	5 508	7 544	8 132	15 676
Plzeňský kraj	Plzeň-sever	128 675	64 865	776	7 260	26 544	8 036	34 580
Plzeňský kraj	Plzeň-jih	99 664	58 894	459	7 373	22 018	7 832	29 850
Karlovarský kraj	Karlovy Vary	151 074	53 145	1 205	6 340	17 602	7 546	25 148
Ústecký kraj	Litoměřice	103 241	73 196	648	6 560	15 494	7 208	22 701
Středočeský kraj	Beroun	70 362	34 476	1 666	5 475	8 535	7 142	15 676
Jihočeský kraj	Strakonice	103 192	66 242	412	6 548	23 056	6 960	30 016
Kraj Vysočina	Třebíč	146 276	93 049	499	6 184	27 283	6 684	33 966
Moravskoslezský kraj	Frýdek-Místek	120 843	45 185	1 521	5 023	12 927	6 544	19 471
Ústecký kraj	Ústí nad Labem	40 474	18 141	2 502	3 974	6 151	6 476	12 626
Olomoucký kraj	Prostějov	77 707	53 348	1 041	5 372	9 815	6 413	16 228
Jihočeský kraj	Tábor	132 638	77 688	433	5 529	19 488	5 962	25 450
Karlovarský kraj	Sokolov	75 373	20 694	983	4 584	10 968	5 567	16 535
Jihočeský kraj	Písek	112 693	62 222	300	5 231	18 757	5 532	24 289
Jihočeský kraj	Jindřichův Hradec	194 387	90 180	187	4 997	30 468	5 185	35 653
Karlovarský kraj	Cheb	104 589	50 189	334	4 847	16 477	5 181	21 659
Jihomoravský kraj	Hodonín	109 916	68 758	679	4 106	4 687	4 785	9 472
Ústecký kraj	Louny	112 100	78 939	781	3 948	14 370	4 729	19 099
Ústecký kraj	Chomutov	93 569	38 800	514	4 067	11 378	4 581	15 959

Plzeňský kraj	Rokycany	65 665	26 636	507	3 842	10 137	4 348	14 485
Jihomoravský kraj	Vyškov	86 877	46 977	1 225	3 045	2 908	4 270	7 178
Pardubický kraj	Chrudim	99 284	60 327	265	3 899	15 176	4 163	19 339
Olomoucký kraj	Jeseník	71 901	23 565	854	3 020	7 551	3 874	11 425
Středočeský kraj	Praha-západ	58 033	33 460	484	3 173	9 886	3 657	13 543
Jihočeský kraj	České Budějovice	163 851	86 411	186	3 436	18 437	3 622	22 059
Královéhradecký kraj	Jičín	88 686	60 246	711	2 777	4 567	3 488	8 055
Středočeský kraj	Rakovník	89 630	46 946	446	2 881	9 629	3 327	12 956
Olomoucký kraj	Přerov	85 432	58 613	281	2 896	5 348	3 177	8 525
Liberecký kraj	Česká Lípa	107 286	42 711	381	2 794	8 392	3 175	11 566
Středočeský kraj	Kutná Hora	91 739	59 511	183	2 901	6 491	3 084	9 575
Středočeský kraj	Praha-východ	75 545	47 780	345	2 495	7 692	2 840	10 532
Jihomoravský kraj	Znojmo	159 038	107 262	226	2 360	15 119	2 586	17 705
Zlínský kraj	Kroměříž	79 556	48 061	408	2 138	1 692	2 546	4 238
Hlavní město Praha	Praha	49 621	19 649	651	1 842	8 893	2 492	11 385
Jihomoravský kraj	Břeclav	103 809	68 489	355	1 792	3 763	2 147	5 909
Ústecký kraj	Teplice	46 892	16 107	319	1 521	3 592	1 840	5 432
Středočeský kraj	Kladno	71 967	47 611	201	1 553	5 898	1 754	7 652
Středočeský kraj	Mladá Boleslav	102 289	63 908	237	1 210	3 480	1 448	4 928
Olomoucký kraj	Olomouc	160 806	85 993	170	1 223	18 520	1 393	19 913
Ústecký kraj	Most	46 710	13 330	322	1 055	3 145	1 377	4 522
Středočeský kraj	Mělník	70 108	46 054	203	1 059	3 674	1 262	4 937
Jihomoravský kraj	Brno-město	23 018	7 669	418	783	1 286	1 201	2 487
Středočeský kraj	Kolín	74 367	55 018	130	948	3 909	1 078	4 987
Plzeňský kraj	Plzeň-město	26 142	12 444	65	920	4 459	985	5 444

Moravskoslezský kraj	Ostrava-město	33 153	15 373	119	779	3 427	898	4 326
Moravskoslezský kraj	Karviná	35 623	17 800	25	363	2 545	388	2 933
Středočeský kraj	Nymburk	85 027	58 940	43	161	2 301	203	2 504
Královéhradecký kraj	Hradec Králové	89 166	62 382	19	160	1 858	179	2 037
Pardubický kraj	Pardubice	88 023	52 257	13	137	2 855	149	3 004
	<b>Celkem</b>	<b>7 887 101</b>	<b>4 203 730</b>	<b>94 165</b>	<b>447 909</b>	<b>1 013 673</b>	<b>542 074</b>	<b>1 555 747</b>

Tabulka 25 - Výměra zemědělské půdy vhodné k zalesnění k výměře zemědělské půdy podle okresů [ha]

## Erozní ohrožení zemědělských půd vhodných k zalesnění



Graf 4 - Erozní ohrožení zemědělských půd vhodných k zalesnění

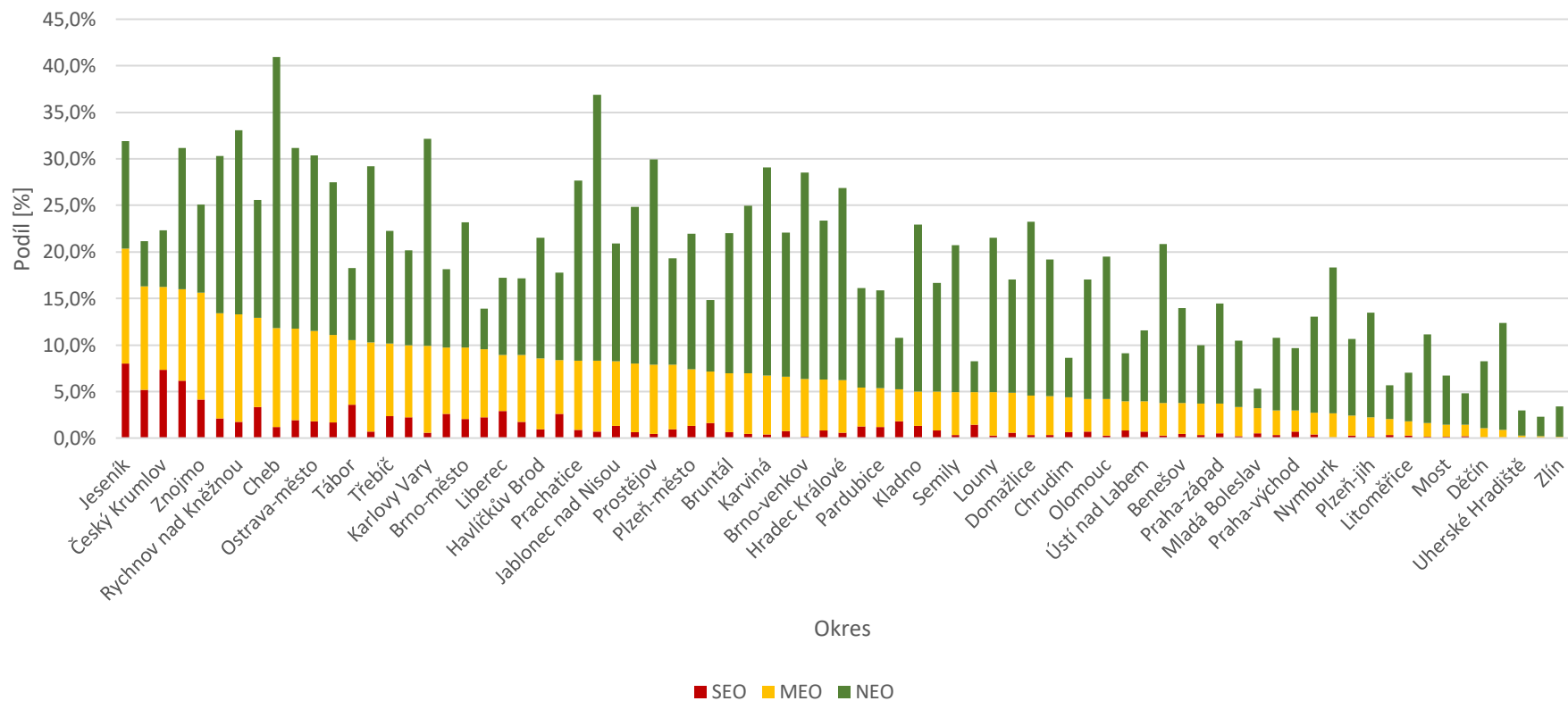
Kraj	Okres	Zemědělská půda vhodná k zalesnění [%]				
		SEO	MEO	NEO	Erozně ohrožená	Celkem
Olomoucký kraj	Jeseník	8,0	12,4	11,5	20,4	31,9
Karlovarský kraj	Sokolov	5,2	11,2	4,8	16,3	21,1
Jihočeský kraj	Český Krumlov	7,3	8,9	6,1	16,3	22,3
Plzeňský kraj	Plzeň-sever	6,2	9,8	15,2	16,0	31,2
Jihomoravský kraj	Znojmo	4,1	11,5	9,5	15,6	25,1
Jihočeský kraj	Písek	2,1	11,3	16,9	13,4	30,3
Královéhradecký kraj	Rychnov nad Kněžnou	1,7	11,6	19,7	13,3	33,1
Kraj Vysočina	Žďár nad Sázavou	3,3	9,6	12,6	12,9	25,6
Karlovarský kraj	Cheb	1,2	10,6	29,1	11,8	40,9
Jihočeský kraj	České Budějovice	1,9	9,8	19,4	11,8	31,2
Moravskoslezský kraj	Ostrava-město	1,8	9,7	18,9	11,5	30,4
Královéhradecký kraj	Jičín	1,7	9,4	16,4	11,1	27,5
Jihočeský kraj	Tábor	3,6	7,0	7,7	10,6	18,2
Hlavní město Praha	Praha	0,7	9,6	18,9	10,3	29,2
Kraj Vysočina	Třebíč	2,4	7,8	12,1	10,2	22,3
Jihomoravský kraj	Břeclav	2,3	7,7	10,2	10,0	20,2
Karlovarský kraj	Karlovy Vary	0,6	9,3	22,3	9,9	32,2
Moravskoslezský kraj	Frýdek-Místek	2,6	7,2	8,4	9,8	18,1
Jihomoravský kraj	Brno-město	2,0	7,7	13,4	9,7	23,2
Liberecký kraj	Česká Lípa	2,3	7,3	4,4	9,5	13,9
Liberecký kraj	Liberec	2,9	6,1	8,3	8,9	17,2
Jihočeský kraj	Strakonice	1,7	7,2	8,2	8,9	17,1
Kraj Vysočina	Havlíčkův Brod	0,9	7,6	13,0	8,6	21,5
Jihomoravský kraj	Hodonín	2,6	5,8	9,4	8,4	17,8
Jihočeský kraj	Prachatice	0,9	7,4	19,3	8,3	27,7
Jihomoravský kraj	Blansko	0,7	7,6	28,6	8,3	36,9
Liberecký kraj	Jablonec nad Nisou	1,3	6,9	12,6	8,3	20,9
Jihočeský kraj	Jindřichův Hradec	0,6	7,4	16,8	8,0	24,8
Olomoucký kraj	Prostějov	0,5	7,4	22,1	7,9	30,0
Královéhradecký kraj	Náchod	0,9	6,9	11,4	7,9	19,3
Plzeňský kraj	Plzeň-město	1,3	6,1	14,6	7,4	21,9
Kraj Vysočina	Pelhřimov	1,6	5,5	7,7	7,2	14,8
Moravskoslezský kraj	Bruntál	0,6	6,4	15,0	7,0	22,0
Jihomoravský kraj	Vyškov	0,4	6,5	18,0	7,0	25,0
Moravskoslezský kraj	Karviná	0,4	6,3	22,3	6,7	29,1
Pardubický kraj	Ústí nad Orlicí	0,8	5,9	15,4	6,6	22,1
Jihomoravský kraj	Brno-venkov	0,2	6,2	22,2	6,3	28,5
Pardubický kraj	Svitavy	0,8	5,5	17,0	6,3	23,3
Královéhradecký kraj	Hradec Králové	0,6	5,6	20,6	6,2	26,9
Královéhradecký kraj	Trutnov	1,3	4,2	10,7	5,4	16,1



Pardubický kraj	Pardubice	1,2	4,2	10,5	5,4	15,9
Středočeský kraj	Mělník	1,8	3,4	5,6	5,2	10,8
Středočeský kraj	Kladno	1,3	3,7	17,9	5,0	22,9
Kraj Vysočina	Jihlava	0,8	4,2	11,7	5,0	16,6
Liberecký kraj	Semily	0,3	4,6	15,8	5,0	20,7
Moravskoslezský kraj	Nový Jičín	1,4	3,5	3,3	4,9	8,3
Ústecký kraj	Louny	0,3	4,6	16,6	4,9	21,6
Olomoucký kraj	Přerov	0,5	4,3	12,2	4,9	17,1
Plzeňský kraj	Domažlice	0,3	4,2	18,7	4,6	23,2
Moravskoslezský kraj	Opava	0,3	4,2	14,7	4,5	19,2
Pardubický kraj	Chrudim	0,6	3,7	4,3	4,4	8,6
Plzeňský kraj	Klatovy	0,7	3,5	12,8	4,2	17,0
Olomoucký kraj	Olomouc	0,3	3,9	15,3	4,2	19,5
Plzeňský kraj	Tachov	0,8	3,1	5,1	3,9	9,1
Ústecký kraj	Ústí nad Labem	0,7	3,2	7,7	3,9	11,6
Středočeský kraj	Rakovník	0,2	3,5	17,1	3,8	20,8
Středočeský kraj	Benešov	0,5	3,3	10,2	3,8	13,9
Ústecký kraj	Teplice	0,3	3,4	6,3	3,7	10,0
Středočeský kraj	Praha-západ	0,5	3,2	10,7	3,7	14,5
Středočeský kraj	Beroun	0,2	3,2	7,1	3,4	10,4
Středočeský kraj	Mladá Boleslav	0,5	2,7	2,1	3,2	5,3
Středočeský kraj	Kutná Hora	0,4	2,6	7,8	3,0	10,8
Středočeský kraj	Praha-východ	0,7	2,3	6,7	2,9	9,7
Zlínský kraj	Kroměříž	0,4	2,4	10,3	2,7	13,0
Středočeský kraj	Nymburk	0,1	2,6	15,7	2,7	18,3
Olomoucký kraj	Šumperk	0,3	2,2	8,2	2,4	10,6
Plzeňský kraj	Plzeň-jih	0,1	2,1	11,3	2,2	13,5
Ústecký kraj	Chomutov	0,3	1,7	3,6	2,1	5,7
Ústecký kraj	Litoměřice	0,3	1,5	5,2	1,8	7,0
Středočeský kraj	Kolín	0,1	1,5	9,5	1,6	11,1
Ústecký kraj	Most	0,2	1,3	5,3	1,4	6,7
Středočeský kraj	Příbram	0,2	1,2	3,4	1,4	4,8
Ústecký kraj	Děčín	0,1	1,0	7,1	1,1	8,2
Plzeňský kraj	Rokycany	0,1	0,8	11,5	0,9	12,4
Zlínský kraj	Uherské Hradiště	0,1	0,2	2,7	0,2	2,9
Zlínský kraj	Vsetín	0,0	0,2	2,1	0,2	2,3
Zlínský kraj	Zlín	0,0	0,2	3,2	0,2	3,4
	<b>Celkem</b>	<b>1,2</b>	<b>5,7</b>	<b>12,9</b>	<b>6,9</b>	<b>19,7</b>

Tabulka 26 - Podíl půdy vhodné k zalesnění k výměře zemědělské půdy podle okresů [%]

## Podíl výměry erozně ohrožených zemědělských půd vhodných k zalesnění k celkové výměře zemědělských půd



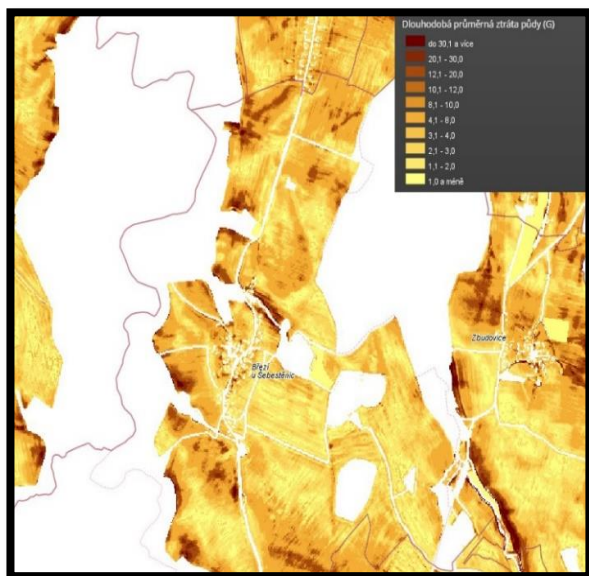
Graf 5 - Podíl výměry erozně ohrožených zemědělských půd vhodných k zalesnění k celkové výměře zemědělských půd

### 5.3. Terénní ověření BPEJ

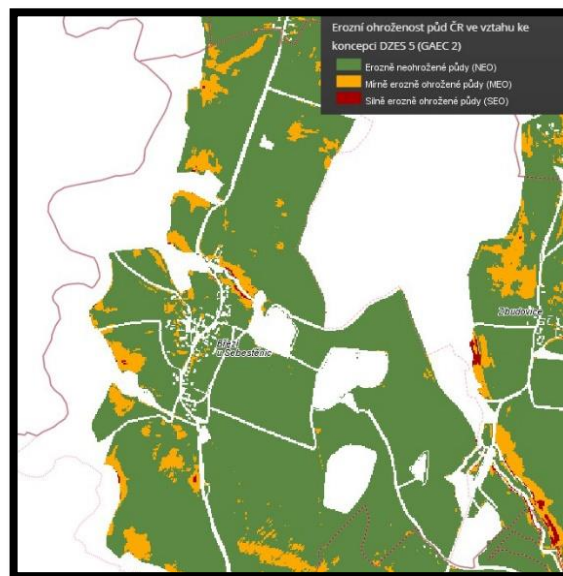
Terénní ověření BPEJ poukazuje na konkrétních vytipovaných místech půdní charakteristiky ve vazbě na vytvořené mapy České republiky s vazbou na erozní ohroženost a vhodnost zalesnění zemědělské půdy.

#### 5.3.1. Lokalita Březí u Šebestěnic

Kraj	Středočeský kraj
Okres	Kutná Hora
Obec	Zbýšov
Katastrální území	Březí u Šebestěnic
Nadmořská výška	378 m n. m.
Průměrný srážkový úhrn	550-650 mm
Průměrná roční teplota	7-8 °C
Charakteristika regionu	Mírně teplý, mírně vlhký
Vláhová jistota	4-10
Druh pozemku dle KN	Orná půda



Obrázek 13 - Potenciální erozní ohroženost daného území vodní erozí



Obrázek 14 - Platný standard DZES-5 MZE



Obrázek 15 - Sonda S1



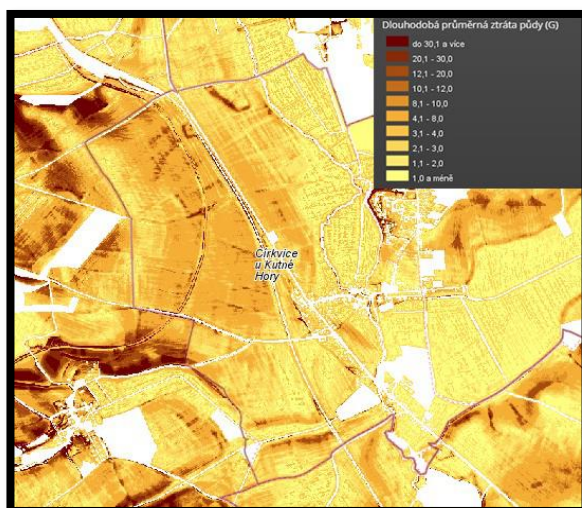
Obrázek 16 - Stanoviště odběru půdních vzorků

### Popis Sonda S1 (Obrázek 13 – 16)

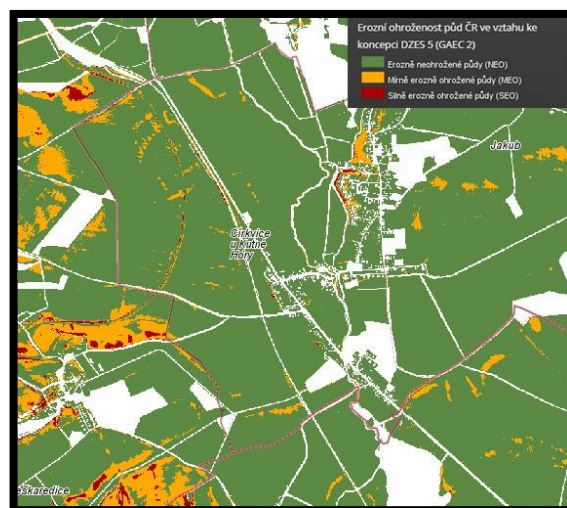
Na lokalitě Březí byl původním mapovaným půdním typem glej modální GLm, BPEJ 5.67.01 - produkčně málo významné půdy s 5. třídou ochrany a základní cenou 1,39 Kč. Na lokalitě Březí se nachází půdní typ pseudoglej modální PGm, BPEJ 5.50.01 - velmi málo produkční půdy s 3. třídou ochrany a základní cenou 7,12 Kč. Svrchní humózní horizont je 0-20 cm, pod ním je 20-40 cm horizont mramorovaný Bm I, pod ním 40-60 cm mramorovaný horizont Bm II, od 60 cm se nachází oglejený substrát BCg.

### 5.3.2. Lokalita Březí u Šebestěnic

Kraj	Středočeský kraj
Okres	Kutná Hora
Obec	Třebešice
Katastrální území	Církvice
Nadmořská výška	250 m n. m.
Průměrný srážkový úhrn	550-650 mm
Průměrná roční teplota	8-9 °C
Charakteristika regionu	teplý, mírně vlhký
Vláhová jistota	4-7
Druh pozemku dle KN	orná půda



Obrázek 17 - Potenciální erozní ohroženost daného území vodní erozí



Obrázek 18 - Platný standard DZES-5 MZE





Obrázek 19 - Sonda S2



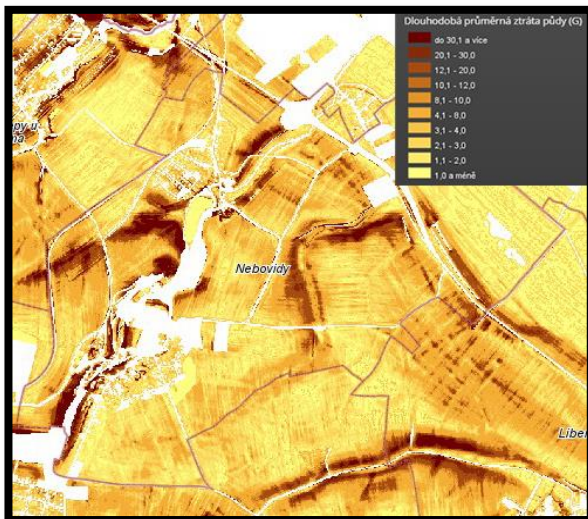
Obrázek 20 - Stanoviště odběru půdních vzorků

### Popis Sonda S2 (Obrázek 17 – 20)

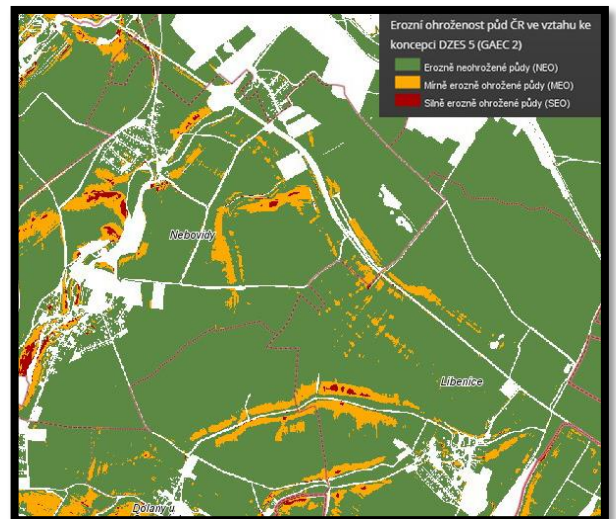
Druhá lokalita byla vytipována v okolí Církvice, kde se nachází půdy na pomezí černozemě luvičské Cel, BPEJ 3.05.01 - méně produkční půdy s 2. třídou ochrany a základní cenou 11.85 Kč a BPEJ 3.21.13 - produkčně málo významné půdy s 5. třídou ochrany a základní cenou 4.45 Kč, kdy půda vhodná k zalesnění je BPEJ 3.21.13, což je tedy mělká půda regozemí navíc s vysokým obsahem skeletu. Podle mého zjištění se na lokalitě Církvice nachází půda spadající do hnědozemí modálních HMm, svrchní humozní horizont je 0-30 cm Ap nebo A, pod ním se nachází horizont 30-50 cm což je Bt a přechod do půdního substrátu je 50-70 cm, přechod Bt/C. Půdy jsou víceméně na sprašové hlíně a potvrzeným půdním typem BPEJ 3.10.00 - vysoce produkční půdy s 1. třídou ochrany a základní cenou 17.92 Kč je hnědozem modální HNm na sprašové hlíně.

### 5.3.3. Lokalita Nebovídy

Kraj	Středočeský kraj
Okres	Kolín
Obec	Nebovídy
Katastrální území	Nebovídy
Nadmořská výška	235 m n. m.
Průměrný srážkový úhrn	550-600 mm
Průměrná roční teplota	8-9 °C
Charakteristika regionu	teplý, mírně suchý
Vláhová jistota	2-4
Druh pozemku dle KN	orná půda



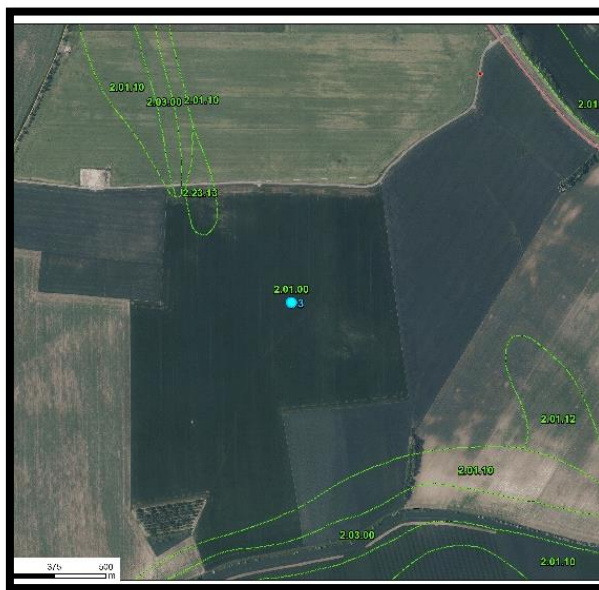
Obrázek 21 - Potenciální erozní ohroženost daného území vodní erozí



Obrázek 22 - Platný standard DZES-5 MZE



Obrázek 23 - Sonda S3



Obrázek 24 - Stanoviště odběru půdních vzorků

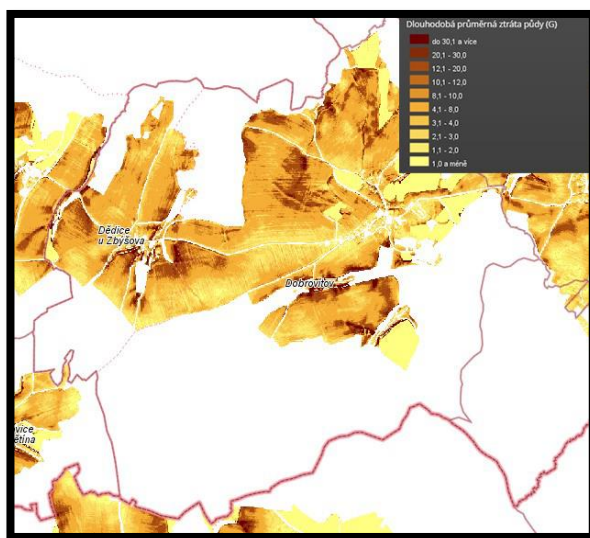
### Popis Sonda S3 (Obrázek 21 – 24)

Lokalita Nebovidy byla vytipována na půdním typu černozemě modální CEm. Neměla by tedy spadat do vrstvy vhodné k zalesnění, avšak pro kontrolu byla vyzkoušena. Lokalita Nebovidy neodpovídala sice úplně černozemnímu půdnímu typu, ale vhodná k zalesnění skutečně není. Svrchní humózní horizont dosahuje 45 cm a pod ním se nachází horizont spíše luvický. Hnědozemní půdním typem je zde černozem luvická Cel, případně hnědozem modální HNm.

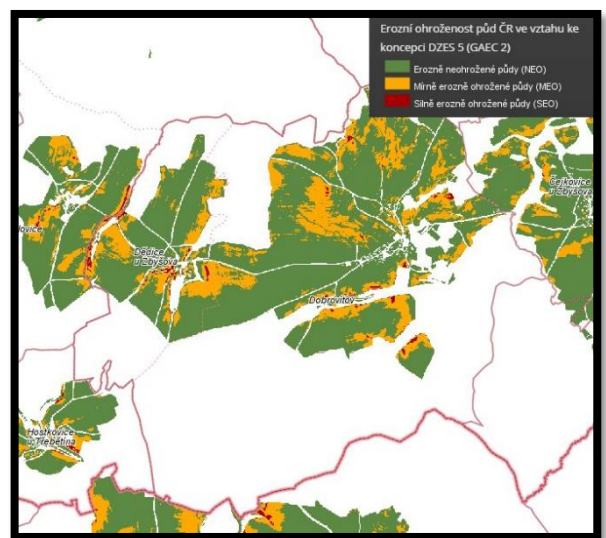


### 5.3.4. Lokalita Dobrovítov

Kraj	Středočeský kraj
Okres	Kutná Hora
Obec	Dobrovítov
Katastrální území	Dobrovítov
Nadmořská výška	462 m n. m.
Průměrný srážkový úhrn	650-750 mm
Průměrná roční teplota	9-7 °C
Charakteristika regionu	mírně teplý, vlhký
Vláhová jistota	>10
Druh pozemku dle KN	Trvalý travní porost



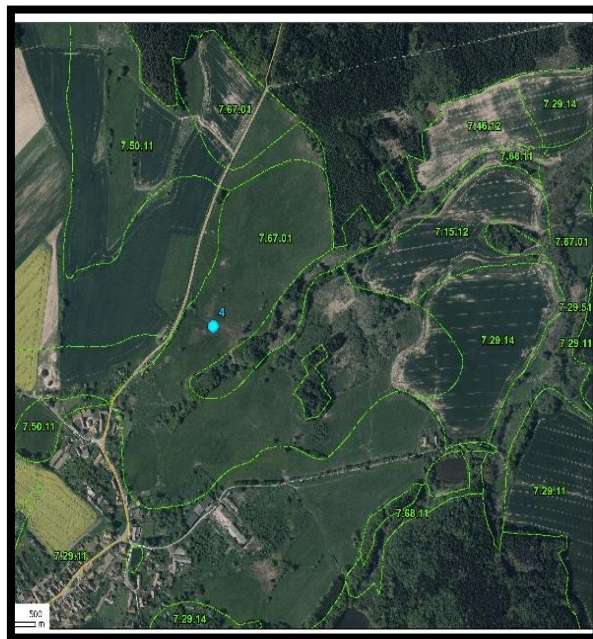
Obrázek 25 - Potenciální erozní ohroženost daného území vodní erozí



Obrázek 26 - Stanoviště odběru půdních vzorků



Obrázek 27 - Sonda S4



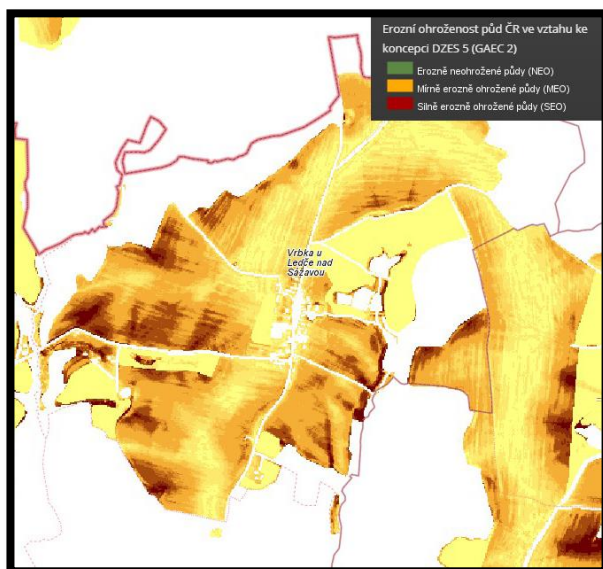
Obrázek 28 - Platný standard DZES-5 MZe

### Popis Sonda S4 (Obrázek 25 – 28)

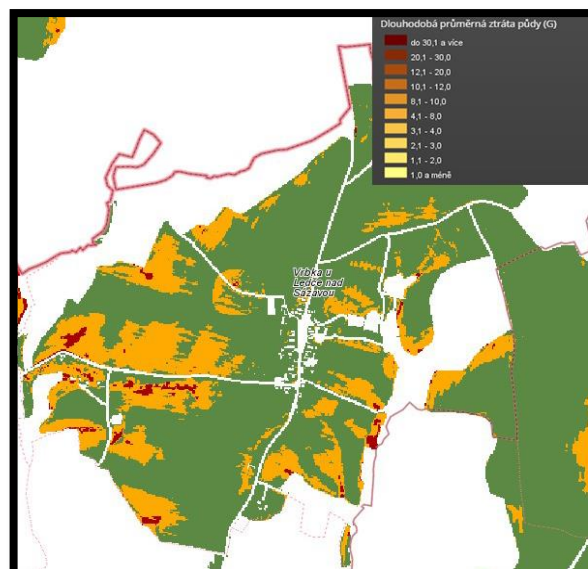
Lokalita Dobrovítov byla vytipovaná na podmáčených půdách gleje v 7. klimatickém regionu BPEJ 7.67.01 - produkčně málo významné půdy s 5. třídou ochrany a základní cenou 1.34 Kč. Půdy na lokalitě sice neodpovídají glejovému typu, ale už jsou mu velmi blízko. Zjevně je zde patrný náznak odvodnění, nicméně půdy vhodné k zalesnění jistě jsou. Jsou blízko k lesu a svrchní horizont je 0-10 cm, pod ním už se nachází silně mramorovaný horizont Bm1 do 35 cm, od 35-45 cm Bm2 a od 45 cm až dolů je horizont Cg. Půdní typ pseudoglej modální PGm. Půda je vhodná k zalesnění.

### 5.3.5. Lokalita Vrbka u Ledče nad Sázavou

Kraj	kraj Vysočina
Okres	Havlíčkův Brod
Obec	Kozlov
Katastrální území	Vrbka u Ledče nad Sázavou
Nadmořská výška	540 m n. m.
Průměrný srážkový úhrn	600-700 mm
Průměrná roční teplota	5-6 °C
Charakteristika regionu	mírně chladný, vlhký
Vláhová jistota	>10
Druh pozemku dle KN	Orná půda



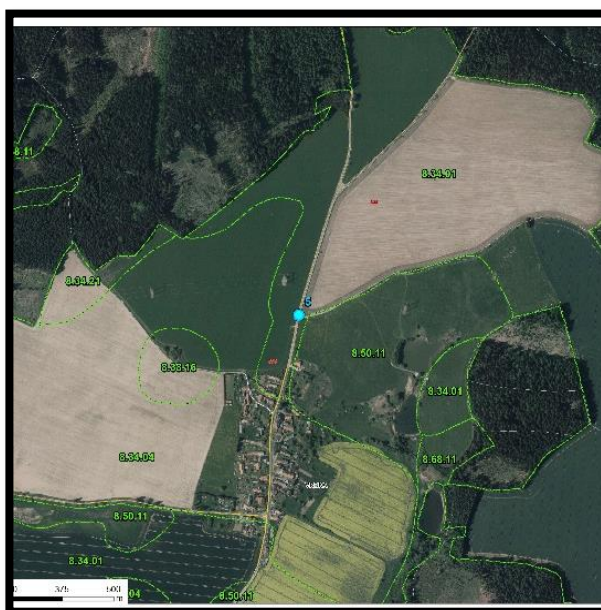
Obrázek 29 - Potenciální erozní ohroženost daného území vodní erozí



Obrázek 30 - Stanoviště odběru půdních vzorků



Obrázek 31 - Sonda S5



Obrázek 32 - Stanoviště odběru půdních vzorků

### Popis Sonda S5 (Obrázek 29 – 32)

Vrbka byla vytipována na půdách kambizemního typu, na rozpadu žul BPEJ 8.34.01 - velmi málo produkční půdy s 1. třídou ochrany a základní cenou 5.08 Kč. Půda v těchto místech se nachází v blízkosti lesa a určitě je vhodná k zalesnění. Nachází se zde lehké půdy písčito hlinité případně hlinitopísčité. Svrchní horizont Ap do 10 cm, pod ním Bv navětralý horizont do 30 cm a od 30-55 cm už je přechod Bv/C. Substrátem je zde jemný rozpad žuly, případně ruly kyselých hornic. Půdy jsou zde mělké, lehké a jsou vhodné k zalesnění.

## 6. DISKUZE

Půda je tradičně vnímána jako neživá složka ekosystému. Její význam je nedocenitelný a nejvíce se projeví ve chvíli, když je ohrožena. Může to být způsobeno především zábory půdy, erozí, utužením a úbytkem organické hmoty. Degradaci půdy jsou dnes ohroženy dvě pětiny lidstva po celém světě. Nebudou-li přijata vhodná opatření, může do budoucna zapříčinit masovou migraci, zhoršit klimatické podmínky ale také ohrozit potravinovou bezpečnost. Před tímto faktem varovala Mezivládní vědeckopolitická platforma pro biologickou rozmanitost a ekosystémové služby (IPBES), která současně předložila doporučení, jak eliminovat zhoršující se stav půdy. Eroze je v dnešní době závažný problém a nevyhýbá se ani České republice, která bojuje primárně s erozí vodní.

Podle dostupné Zprávy o stavu životního prostředí v ČR za rok 2019 je na našem území potenciálně ohrožena více než polovina (51,7 %) zemědělské půdy vodní erozí. Z toho 15,7 % erozí extrémní. Na silně erodovaných půdách dochází ke snížení hektarových výnosů až o 75 % a ke snížení ceny půdy až o její polovinu. Dá se odhadovat, že z českých polí ročně zmizí až 30 milionů tun ornice. Ve vazbě na to agrární podniky přicházejí ročně o několik miliard korun ročně. Zemědělský svaz odhaduje, že každý den dojde v naší republice k úbytku okolo 15 ha zemědělské půdy. Namísto ní vyrůstají především skladové nebo výrobní budovy, narůstá bytová zástavba i síť dopravních komunikací. Zemědělský svaz ČR shledává největší problém v ubývání zemědělského půdního fondu. Je zřejmé, že na současném ZPF, na kterém byla jednostranně uplatňována intenzifikace zemědělské výroby, dochází ke zvýšenému rozvoji erozivních procesů.

Do komplexu opatření, jak výše popsáním nepřívětivým vlivům předcházet patří i zalesnění pozemků ohrožených primárně vodní erozí. Vacek et al. (2009) uvádějí, že především potřeba zabránění vzniku eroze a s tím spjatá ochrana půdy před jejím poškozením by měla být hlavním motivem při výběru ploch vhodných k zalesnění. Současně je třeba si uvědomit, že zalesňování nelesních pozemků je podstatnou a dlouhotrvající změnou v užívání krajiny, která se může projevit pozitivně i negativně. Vždy bude rozhodující, o jaký druh pozemku se bude jednat. Zda se bude zalesňovat orná půda nebo trvalý travní porost. Existuje celá řada výzkumných studií, v nichž je



popsán pozitivní vliv zalesnění na vlastnosti půd. Z jejich závěrů lze usuzovat, že zalesňování méně produkčních nebo erozně ohrožených půd vede k jejich ochraně a stabilizaci. Podrázský et al. (2011), ve své studii uvádějí, že lesní dřeviny významně přispěly k navýšení obsahu humusu v půdě a k celkovému množství dusíku ve srovnání s ornou půdou a trvalým travním porostem.

Zalesňování zemědělské půdy bývá zpravidla finanční podporováno z veřejných finančních prostředků prostřednictvím různých dotačních titulů. Jejich cílem je vytvoření prostoru pro diverzifikaci, posílení sociálních a ekonomických podmínek venkova, snížení rozlohy obhospodařovaných, avšak méně vhodných nebo zcela nevhodných ploch pro zemědělskou výrobu. Dále je to vytváření zdrojů obnovitelné suroviny, rozšíření zalesněných ploch jako krajinnotvorného prvku, jež bude mít vliv na ochranu půdy a vodní režim, i posílení biodiverzity a zlepšení ekologické rovnováhy v krajině a ostatních mimoprodukčních funkcí lesa, např. rekreační, kulturní a estetické.

Ve své práci jsem se zaměřila primárně na půdy již vymezené jako vhodné pro zalesnění a zohlednila možné riziko jejich ohrožení vodní erozí. Za pomoci dostupných vrstev v GIS jsem pro MZe zpracovala mapový podklad, který nabízí nové vymezení ploch vhodných k zalesnění, a to díky přiřazení pouze jednoho faktoru – vodní eroze. Součástí tohoto výstupu je i grafické vyjádření erozního ohrožení v rámci jednotlivých krajů a jejich okresů včetně jednotlivých kategorií erozní ohroženosti (SEO, MEO, NEO) bez vstupu dalších faktorů.

Ačkoliv je zalesňování nelesních pozemků všeobecně veřejností vnímáno jako příznivé pro krajinu, přináší v jistých konkrétních případech zvýšená rizika a řadu negativních dopadů hlavně z hlediska ochrany přírody. Často totiž dochází k poškození nebo zničení stanovišť zvláště chráněných rostlin a druhů živočichů i samotných druhů a k narušení krajinného rázu. Dochází tím ke snižování druhové diverzity a snížení biotopové pestrosti. Naopak zalesňování orné půdy, které by cíle státní dotační politiky naplňovalo je často zamítáno na základě metodických pokynů k vyjímání pozemků ze ZPF a současně bývá podle současné platné legislativy pro vlastníky pozemků finančně většinou nejméně výhodné.

Podobně lze říci, že jsou i různé názory, zda v současné době pandemické krize, kdy se preferuje potravinová soběstačnost státu, k tomu rozsáhlé zábory půdy pro stavební účely, tak zda půdu ještě zalesňovat? Já se domnívám, že právě zalesnění erozně silně rizikových ploch, povede ke stabilizaci zemědělské produkce, ochraně krajiny a v budoucnu navíc přinese ekologickou surovinu – dřevo.

## 7. ZÁVĚR

V rámci zpracování své diplomové jsem se zabývala problematikou zalesňování zemědělské půdy ohrožené vodní erozí. Vycházela jsem z dříve zpracovaných materiálů - vrstev erozní ohroženosti zemědělské půdy a vrstvy půd vhodných k zalesnění. Při zpracování diplomové práce jsem využila tato dostupná data MZe a VÚMOP, v.v.i. a pomocí GIS jsem vymezila vrstvy erozně ohrožených půdy vhodných k zalesnění, včetně statistického přehledu jeho možného dopadu. Díky těmto vrstvám vznikl přehled o tom, kde je v České republice aktuálně prioritní potřeba zalesnění.

Celková plocha zemědělského půdního fondu je 4 203 730 ha, z toho vhodných k zalesnění je 1 555 747 ha. Erozně ohrožených půd je 542 074 ha, z toho 94 165 ha silně erozně ohrožených. V současnosti je nejvíce erozně ohrožených ploch vhodných k zalesnění v okresech: Klatovy (25 906 ha), Bruntál (20 589 ha), Vsetín (18 577 ha) a Žďár nad Sázavou (18 124 ha), tedy v oblastech se sklonitým terénem. Nejmenší výměra erozně ohrožených zemědělských půd vhodných k zalesnění je v okresech Pardubice (149 ha), Hradec Králové (179 ha) a Nymburk (203 ha), kde se nachází nejkvalitnější a nejúrodnější půdy v rovinném terénu.

Součástí mapování bylo i terénní ověření a popis vybraných půd. Tento výstup jsem zároveň vyjádřila v mapovém výsledku.

Dosažené výsledky diplomové práce jsem konzultovala na VÚMOP, v.v.i. a MZe, s tím, že je značný předpoklad zájmu o jejich využití v nové dotační politice MZe. Podobně dosažená hlavní vrstva může být využita i pro různé studie až jako podklad pro aplikovaný výzkum, který se zabývá problematikou zalesňování ZPF a degradačními faktory na půdě, především erozí půdy.



## 8. ZDROJE

### 8.1. Použitá literatura

Bakker M.M., Govers G., Jones R.A. (2007): The effect of soil erosion on Europe's crop yields. *Ecosystems* 10(7): 1209 – 1219.

Bastida F., Zsolnay A., Ternández T., García C. (2008): Past, present and future of soil quality indices: a biological perspective. *Geoderma* 147(3-4): 159 – 171.

Bedrna Z. (2002): *Environmentálne pôdoznanectvo*. 1. vyd. Bratislava: VEDA vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 2002, 352 s. ISBN 80-224-0660-0.

Beitlerová H., Smolíková J., Holubík O., Vopravil J. (2015): *Vymezení zemědělských půd vhodných pro zalesnění, specializovaná mapa s odborným obsahem*, VÚMOP, 2015.

Bican J. (1961): *Mineralogie, petrografie a pedologie*. Dotisk. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1961, 261 s., příl.

Blum W.E.H. (1997): *Basic concepts: degradation, resilience and rehabilitation. Methods for assessment of soil degradation*: 1 – 16.

Bone J., Head M., Barraclough D., Archer M., Scheib C., Flight D., Voulvoulis N. (2010): Soil quality assessment under emerging regulatory requirements. *Environment International* 36(6): 609 – 622.

Bouma J. (2010): Implications of the knowledge paradox for soil science. *Advances in agronomy*: 143 – 171.

Breuere A.M., de Deyn G.B., Dominati E., Eglin T., Hedlund K., van Orshoven J., Posthuma L. (2012): Ecosystem services: a useful concept for soil policy making! *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4 (5): 578-585.

Dominati E.J., Mackay A., Lynch B., Heath N., Millner I. (2014): An ecosystem services approach to the quantification of shallow mass movement erosion and the value of soil conservation practices. *Ecosystem Services* 9: 204 – 215.

Fierer N. (2017): Embracing the unknown: disentangling the complexities of the soil microbiome. *Nature Reviews Microbiology* 15(10): 579 – 590.

Fleming K.L., Westfall D.G., Bausch W.C. (2000): Evaluating management zone technology and grid soil sampling for variable rate nitrogen application. Anonymous Proceedings of the 5th International Conference on Precision Agriculture, Colorado.

Garcia-Ruiz J.M., Begueria S., Nadal-Romero E., Gonzalez-Hidalgo J.C., Lana-Renault N., Sanjuan Y. (2015): A meta-analysis of soil erosion rates across the world. *Geomorphology*, 239, s. 160–173. doi: 10.1016/j.geomorph.2015.03.008

Glasson J., Therivel R., Chadwick A. (2005): Introduction to Environmental Impact Assessment – 3rd edition. Routledge, New York.

Haygarth P.M., Ritz K. (2009): The future of soils and land use in the UK: soil systems for the provision of land-based ecosystem services. *Land Use Policy* 26: 187 – 197.

Holý M. (1994): Eroze a životní prostředí. Praha, ČVUT Praha, 383 s.

Hůla J., Procházková B. a kol. (2002): Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku. *Zemědělské informace*, č. 3/2002. Praha. ÚZPI. 103 s. ISBN 80-7271-106-7.

Jandák J., Pokorný E., Prax A. (2014): Půdoznalství. Vyd. 3., přeprac. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, 143 s., [2] s. obr. příl. ISBN 978-80-7375-445-7.

Jandák J., Prax A., Pokorný E. (2004): Půdoznalství. Skriptum. Brno. MZLU v Brně. 142 s ISBN 80-7157-559-3.

Janeček M. (2005): Ochrana zemědělské půdy před erozí. Vyd. 2. Praha: ISV, Přírodní vědy (ISV). ISBN 80-86642-38-0.

Janeček M. (2012): Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Praha: Powerprint, ISBN 978-80-87415-42-9.

Janeček M. et al. (2007): Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v. v. i., Praha, 76 s. ISBN 978-80-254-0973-2.

Jansson M.B. (1982): Land erosion by water in different climates. Uppsala University, Uppsala, 151 s.

Jenny J.P., Wilhelm B., Arnaud F., Sabatier P., Giguet Covex C., Melo A., Fanget B., Malet E., Ployon E., Perga M.E. (2014): A 4D sedimentological approach to

reconstructing the flood frequency and intensity of the Rhone River (Lake ^ Bourget, NW European Alps). *Journal of Paleolimnol* 51: 469 – 483.

Kabelka, D. (2020): Kvantifikace degradačních procesů způsobených vodní erozí u půdoochranných způsobů hospodaření vybraných zemědělských plodin. *Disertační práce*.

Kalogirou S. (2002): Expert systems and GIS: an application of land suitability evaluation. *Computers, Environment and Urban Systems* 26, p. 89-112.

Karlen D.L., Mausbach M.J., Doran J.W. Kline R.G., Harris R.F., Schuman G.E. (1997): Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal*, 61, s. 4–10.

Khel T., Řeháček D., Kučera J., Papaj V., Vopravil J. Vacek S., Vacek Z., Havelková L. (2017): Metodika hodnocení účinnosti a realizace větrolamů v krajině jako nástroj pro ochranu půdy ohrožené větrnou erozí. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, ISBN 978-80-87361-70-2.

Kňákal P. (2000): Fyzikální vlastnosti hodnocené na pozorovacích plochách bazálního monitoringu zemědělských půd. *Zpráva ÚKZÚZ*.

Kozák J., Němeček J., Borůvka L., Lérová Z., Němeček K. (2011): Atlas půd České republiky. 1.vyd., MZe ČR a ČZU Praha, 149 s. ISBN 80-213-1310-2.

Kutílek M.: *Vodohospodářská pedologie*. Praha, Bratislava: SNTL/ALFA. 1978. 296 s.

Lal R. (2005): Forest soils and carbon sequestration. *Forest Ecology and Management*. vol. 220, s. 242–258.

Larišová L., Dumbrovský M. (2014): Změna vybraných fyzikálních vlastností půdy vlivem vodní eroze na pozemcích s půdní krustou na povrchu. *Časopis Pozemkové úpravy MZe ČR – ÚPU*, 2004. 2014. 19(74). p. 1–7. ISSN 1214-5815.

Larson W.E., Pierce F.J. (1991): Conservation and enhancement of soil quality. Evaluation for sustainable land management in the developing world. In: International Board for Research and Management [ed.]: *Technical papers* Bangkok, Thailand

Lasanta T, Arnáez J, Nadal-Romero E. (2019): Soil degradation, restoration and management in abandoned and afforested lands. *Advances in Chemical Pollution, Environmental Management and Protection* 4.

Ledvina R. a kol. (2000): *Geologie a půdoznalství*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice. 200 s.

Ledvina R., Horáček J. (1997): Negativní vliv antropologické činnosti na fyzikální režim půdy. In *Sborník z mezinárodní vědecké konference České půdoznalecké společnosti*. ČPS. p. 17-18.

Ledvina R., Koubalíková J., Horáček J. (1992): *Geologie a půdoznalství*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 82 s.

Lhotský J. (2002): *Zhutňování půd a opatření proti němu: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. Studijní informace 2002. 61 s. ISBN 80-7271-067-2.

Loch R.J., Foley J.L. (1994): Measurement of aggregate breakdown under rain – Comparison with tests of water stability and relationships with field measurements of infiltration. *Soil Research* 32, 701-720.

Lojka B., Houška J., Szabó P., Kotrba R., Chládová A., Melnikovová I., Šipoš J., Kala L., Martiník A., Doležalová H., Snášelová M., Šebek J., Weger J., Knápek J., Romportl D., Outrata D., Jobbiková J., Vávrová K., Králík T., Krčmářová J., Brendzová A., Hejnal O., Bahenský F. (2020): *Agrolesnictví – šance pro regionální rozvoj a udržitelnost venkovské krajiny*, Souhrnná výzkumná zpráva projektu TAČR ÉTA TL01000298. 1. vydání Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, ISBN: 978-80-213-3078-8

Maes J., Liqueste C., Teller A., Erhard M., Paracchini M.L., Barredo J.I., Grizzetti B., Cardoso A., Somma F., Peterson J.E., Meiner A., Gelabert E.R., Zal N., Kristenson P., Bastrup-Birk A., Biala K., Piroddi Ch., Egoh B., Degeorges P., Fiorina Ch., Santos-Martín F., Naruševičius V., Verboven J., Pereira H.M., Bengtsson J., Gocheva K., Marta-Pedroso Ch., Snäll T., Estreguil Ch., San-Migueil-Ayanz J., Pérez-Soba M., Grêt-Regamey A., Lillebø A., Malak D.A., Condé S., Moen J., Czúcz B., Drakou E.G.,

- Zulian G., Lavallo C. (2016): An indicator framework for assessing ecosystem services in support of the EU Biodiversity Strategy to 2020. *Ecosystem services* 17: 14 – 23
- Matoušková Š. (2019): Změny půdních charakteristik na zalesněné zemědělské půdě při výsadbě lesních dřevin na lokalitě Veliká Ves – U lomu. Bakalářská práce.
- McBratney A.B., Field D.J., Koch A. (2014): *Geoderma* 213: 203 – 213.
- Montgomery D.R. (2007): Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(33): 13268 – 13272.
- Morgan R.C.P. (2009): *Soil erosion and conservation*. John Wiley & Sons, Carlton.
- MZe (2018): *Situační a výhledová zpráva – Půda*. Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha.
- Nachtergaele F., Petri M., Biancalani R. (2011): *Land degradation. SOLAW background thematic report*.
- Němeček J., Mühlhanslová M., Macků J., Vokoun J., Vavříček D., Novák P. (2011): *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 2. upravené vydání. Česká zemědělská univerzita Praha. 94 s. ISBN 978-80-213-2155-7.
- Němeček J., Smolíková L., Kutílek M. (1990): *Pedologie a Paleopedologie*. 1. vyd. Praha: Academia. 552 s. ISBN 80-200-0153-0
- Nickling W.G. (2004): Sediment transport and depositional processes. *Catena*, 65, 29-315.
- Novotný I. (2014): *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění-leden 2014]*. 2., aktualizované. vydání. Praha: Ministerstvo zemědělství, ISBN 978-80-87361-33-7.
- Novotný I. (2017): *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění-březen 2017]*. 3., aktualizované. vydání. Praha: Ministerstvo zemědělství, ISBN : 978-80-87361-67-2.
- Oliver M.A. (1997): Soil and human health: a review. *European Journal of Soil Science* 48: 573 – 592.

Pankhurst C.E., Doube B.M., Gupta V.V.S.R (Eds.) (1997): *Biological Indicators of Soil Health*. Wallingford, Oxon. CAB International, 1997. s. 419–435.

Pekárek M. (1983): *Právní ochrana zemědělského půdního fondu v podmínkách současné etapy vědeckotechnické revoluce v ČSSR*. Brno : Nakladatelství UJEP, s. 15.

Piccarreta M., Capolongo D., Miccoli M.N., Bentivenga M. (2012): Global change and long-term gully sediment production dynamics in Basilicata, southern Italy. *Environmental Earth Sciences*, 67(6): 1619 – 1630.

planning. *Agricultural Handbook No. 537*. U.S. Department of Agriculture, Washington DC, USA.

Podrázský V., Procházka J., Remeš J. (2011): *Produkce a vývoj půdního prostředí porostů na bývalých zemědělských půdách v oblasti Českomoravské vrchoviny*. *Zprávy lesnického výzkumu*. Vol. 56, s. 27-35. ISSN: 0322-9688.

Prax A., Jandák J., Pokorný E. (1995): *Půdoznalství*. MZLU Brno. 156 s.

Randolph J. (2004): *Environmental land use planning and management*. Island Press, Washington D. C.

Rejšek K., Vácha R. (2018): *Nauka o půdě*. Olomouc: Agripint, 527 s. ISBN 978-80-87091-82-1.

Riksen M., Graaf J. (2001): On-site and off-site effect of wind erosion on European soils. *Land Degradation and Development*, 12, 1-11.

Robinson D.A., Hockley N., Cooper D.M., Emmett B.A., Keith A.M., Lebron I., Reynolds B., Tipping E., Tye A.M., Watts C.W., Whalley W.R., Black H.I.J., Warren G.P., Robinson J.S. (2013): Natural capital and ecosystem services, developing an appropriate soils framework as a basis for valuation. *Soil Biology and Biochemistry* 57: 1023 – 1033.

Ronchi S, Salata S, Arcidiacono A, Piroli E, Montanarella L. (2019): Policy instruments for soil protection among the EU member states. A comparative analysis. *Land Use Policy* 82: 763–780.

Sáňka M., Materna J. (2004): Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. In Edice Planeta-odborný časopis pro životní prostředí. vol. 12(11). p. 39. ISSN 1210-4124.

Shainberg I. (2000): Interdisciplinary aspects of soil science. In: Sumner M. E. [ed.]: Handbook of soil science. CRC Press, Boca Raton.

Shukla M. (2002): Soil physics: an introduction. 1. vyd. Bratislava: VEDA vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 2002, pages cm. ISBN 978-143-9888-421.

Sklenička P. (2003): Základy krajinného plánování. Vydání, 2. vyd., Vydavatel Naděžda Skleničková, ISBN-8090320619.

Strauss P., Swoboda D., Blum W. (2003): How effective is mulching and minimum tillage to control runoff and soil loss? A literature review. In: Gabriels D., Cornelis W. M. [ed.]: Proceedings of the International Symposium '25 Years of Assessment of Erosion', Gent.

Svoboda J. a kol. (1984): Encyklopedický slovník geologických věd. Praha: Academia, 920 s. (1. svazek), 852 s. (2. svazek).

Šarapatka B. (2014): Pedologie a ochrana půdy, UP Olomouc, ISBN 978-80-244-3736-1.

Šarapatka B., Bedrna Z. (2002): Kvalita a degradace půdy. Olomouc: Univerzita Palackého, 246 s. ISBN 80-244-0584-9.

Šimek M. (2003): Základy nauky o půdě. České Budějovice: Jihočeská univerzita, ISBN 80-7040-629-1.

Tomášek M. (2000): Půdy České republiky. 2., dopl. vyd. Praha: Český geologický ústav, 67 s. ISBN 80-707-5403-6.

Urusevskaya I.S. (2007): Types of the vertical soil zonality and the soil-geographic zoning of mountain systems in Russia. Eurasian Soil Science 40: 1145 – 1157.

Vacek S., Simon J. (2009): Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o. 792 s. ISBN 978-80-87154-27-4.

Vopravil J. (2011): Půda a její hodnocení v ČR. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, s. 148 ISBN 978-80-87361-02-3.

Vopravil J., Khel T., Hladík J., Herian J., Havelková L. (2016): Metodika půdního průzkumu zemědělských pozemků určená pro pachtovní smlouvy. (druhé aktualizované vydání), VUMOP, ISBN 978-80-87361-54-2.

Vopravil J., Khel T., Vrabcová T., Novák P., Novotný I., Hladík J., Vašků Z., Jacko K., Rožnovský J., Janeček M., Vácha R., Pivcová J., Kvítek T., Novák P., Fučík P., Čermák P., Janků J., Pírková I., Papaj V., Banýřová J. (2010): Půda a její hodnocení v ČR. 2. vydání, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Praha.

White R.E. (1997): Principles and practice of soil science. Oxford: Blackwell Science, 348 s.

Wilson M.J. (2019): The importance of parent material in soil classification. A review in a historical context. *Catena* 182: 1–7.

Wischmeier W., Smith D. (1978): Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation

Zhang L., Oneill A.L. & Lacey S. (1996): Modelling approaches to the prediction of soil erosion in catchments. *Environmental Software*, 11, 123-133.

## **8.2. Zdroje na internetu**

Český statistický úřad [online], Veřejná databáze ČSÚ (citováno 2021). Dostupné na: < <https://www.czso.cz/> >.

Inmeteo, 2015. Archiv počasí, klima České republiky, Copyright © 2015 InMeteo, s.r.o. dostupné z < <http://www.in-pocasi.cz/archiv/> >.

Menclová, K., Situační a výhledová zpráva půda 2018. MZe 2019, dostupné z < <http://cmszp.cz/mze/2019/situačni-a-vyhledova-zprava-puda-2018/> >.

E. Čermáková, P. Grešlová, T. Kochová, P. Lepičová, J. Mertl, J. Pokorný, J. Přech, M. Rollerová, (2019). V. Vlčková Zpráva o životním prostředí České republiky.



MZP 2019, dostupné z < [https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2021/03/Zprava\\_o\\_ZP\\_CR\\_2019.pdf](https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2021/03/Zprava_o_ZP_CR_2019.pdf)>.

Ministerstvo zemědělství ČR [online], cit. 2011/03/18. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/narodni-dotace/dotace-v-lesnim-hospodarstvi-a-rybarstvi/>

## **9. SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha č. 1 Mapa – Plochy vhodné k zalesnění ohrožené erozí
- Příloha č. 2 Mapa – Podíl stupňů erozní ohroženosti na plochách vhodných k zalesnění v okresech ČR
- Příloha č. 3 Podíl výměry erozně ohrožených zemědělských půd vhodných k zalesnění k celkové výměře zemědělských půd